



Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial

Abordagem *Lean* a uma oficina mecânica
Caso Prático – Transportes Cascão e Manuela, Lda.

Trabalho Projeto para obtenção do grau de Mestre em
Engenharia e Gestão Industrial

Autor

Pedro Daniel Vieira Cascão

Orientador

Prof. Doutor José Manuel Torres Farinha

Professor do Departamento Engenharia e Gestão Industrial
Instituto Superior de Engenharia de Coimbra

Coimbra, janeiro de 2019

AGRADECIMENTOS

A elaboração deste trabalho não teria sido possível sem a colaboração, estímulo e empenho de diversas pessoas. Gostaria, assim, de expressar toda a minha gratidão e apreço a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para que este projeto fosse concluído. A todos quero manifestar os mais sinceros agradecimentos.

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer ao orientador deste projeto, o Professor José Farinha, pelo apoio dado ao longo das fases do trabalho, pelo seu método de ensino, trabalho dinâmico e eficaz.

À empresa Transportes Cascão e Manuela, Lda. e seus colaboradores, que permitiram a execução deste projeto de forma a alterar processos ineficientes que se encontravam muito enraizados na dinâmica da empresa.

Aos colegas Bruno Portugal e José Alves, por estarem sempre ao meu lado, melhorando as ideias a desenvolver e disponibilizando informações que se tornaram pertinentes na realização deste projeto.

Por fim, gostaria de agradecer aos meus familiares mais próximos por todo o apoio ao longo destes cinco longos anos e, em situação de projeto, a todas as tentativas dadas para desenvolvimento e melhoramento do projeto. Não esquecendo a minha namorada, Sílvia Oliveira, pelo constante apoio, paciência e carinho demonstrado durante a realização deste projeto.

Pedro Daniel Vieira Cascão

Coimbra, janeiro de 2019

RESUMO

O presente trabalho centra-se na implementação de uma abordagem *Lean* no departamento de manutenção de uma empresa na área dos transportes. Esta empresa dedica-se ao serviço internacional de transporte de viaturas. Este departamento é responsável por garantir que toda a frota da empresa se encontra em bom estado de conservação e em condições de executar o seu trabalho de uma forma eficiente.

Em primeiro lugar, foi realizada uma pesquisa teórica, para que todas as alterações que fossem efetuadas, fossem suportadas em casos de estudo de sucesso, e representassem uma melhoria para a empresa e ainda que estas fossem bem fundamentadas.

Posteriormente, foi realizada uma análise para que se pudessem compreender as prioridades de melhoria dentro deste departamento.

Após a análise das possíveis melhorias, procedeu-se à implementação da ferramenta 5S, para que fosse possível reestruturar a organização bem como todos os processos, tais como o armazém de ferramentas e de peças de reserva, tendo sempre subjacente a filosofia *Lean*.

Por fim, efetuou-se a reanálise das decisões tomadas, verificando as melhorias que resultaram das alterações e quais os projetos que, seguindo este pensamento, poderiam advir no futuro para que a empresa possa prosseguir com uma base de trabalho de melhoria contínua ao longo do tempo.

PALAVRAS-CHAVE: *Lean Thinking*; 5S; Gestão de *Stocks*; ERP; Logística

ABSTRACT

The present work focuses on the implementation of a lean approach in the maintenance department of a company in the transport area. This company is dedicated to the service of vehicles transport. This department is responsible for ensuring that the entire company fleet is in a good state of repair and able to perform its work efficiently.

In the first place, a theoretical research was done, so that all the changes that were carried out represented an improvement for the company and they were well founded.

Subsequently, an analysis was performed so that the improvement priorities within this department could be perceived.

After reviewing the proposals, the 5S tool was implemented, as it was able to restructure all processes, as well as the storage of tools and spare parts, always connected to a lean philosophy.

Finally, a new analysis was carried out for all the decisions made, verifying the changes that occur and which are the projects, following the same concept for the future, all the time.

KEYWORDS: Lean Thinking; 5S; Inventory Management; Coding; Information systems; ERP; Logistics

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE TABELAS	xiii
SIMBOLOGIA E ABREVIATURAS	xv
1. INTRODUÇÃO E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	1
1.1. Enquadramento	1
1.2. Objetivos do Trabalho	1
1.3. Estrutura do Relatório	1
2. A empresa Transportes Cascão e Manuela, Lda.....	3
2.1. História da empresa Transportes Cascão e Manuela, Lda.....	3
2.2. Valores.....	3
2.3. Estrutura da empresa	3
2.4. Departamento de Manutenção	4
3. Abordagem <i>Lean Thinking</i>	5
3.1. Ferramentas <i>Lean</i>	8
3.1.1. 5S	8
3.1.2. Ferramenta <i>Kaizen</i>	9
3.1.3. Gestão visual.....	9
3.1.4. Normalização	10
3.1.5. Ciclo PDCA	11
3.1.6. TPM	11
4. Gestão de Stocks	13

4.1. Conceito de <i>Stock</i>	13
4.2. Classificação de <i>Stocks</i>	14
4.3. Objetivo da Gestão de <i>Stocks</i>	17
4.4. Indicadores de Gestão de <i>Stock</i>	18
4.5. Políticas de Gestão de <i>Stock</i>	19
4.5.1. Modelos determinísticos.....	20
4.5.2. Modelos Estocásticos	30
4.6. Análise ABC	42
4.7. Codificação de Artigos	44
4.7.1. Definição de Nomenclatura.....	44
4.7.2. Tipos de Codificação de Artigos	45
4.8. Sistema de Informação.....	50
4.8.1. O que é o ERP?	50
5. Desenvolvimento do Projeto	53
5.1. Análise Inicial	53
5.2. ERP Utilizado pela Empresa.....	54
5.3. Gestão de Resíduos	55
5.4. Implementação dos 5S	56
5.5. Análise da Implementação da Abordagem <i>Lean</i>	64
5.6. <i>Layout</i> Final	64
5.6. Levantamento de Peças de Reserva	66
6. Conclusões	67
7. Proposta de Trabalhos Futuros.....	69
7.1. Análise de Fornecedores	69
7.2. Codificação das Peças de Reserva	70
7.2. Gestão de <i>Stocks</i>	71
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73
Anexos	a

Anexo 1	a
Anexo 2	c

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Organograma da empresa	4
Figura 2 - Ilustração da Gestão visual de operações a realizar.....	10
Figura 3 - Ciclo PDCA (Adaptado de Farinha (2011))	11
Figura 4 - Representação da função custo total e suas componentes em função da quantidade a encomendar.....	23
Figura 5 - Representação do funcionamento do modelo da quantidade económica de encomenda	25
Figura 6 - Representação da função custo total quando existe uma tabela de preços em função da quantidade a encomendar	26
Figura 7 - Representação gráfica do abastecimento, procura e quantidade em <i>stock</i> consoante o tipo de reposição (instantânea ou não instantânea)	29
Figura 8 - Representação gráfica do funcionamento do modelo de revisão contínua.....	32
Figura 9 - Representação gráfica da Distribuição Normal Padrão	33
Figura 10 - Variação do <i>stock</i> de segurança em função do nível de serviço e da variabilidade da procura durante o prazo de entrega.....	35
Figura 11 - Procedimento iterativo para determinar a quantidade e a probabilidade de rotura ótimas	38
Figura 12 - Funcionamento do modelo de revisão periódica	39
Figura 13 - Curva ABC	43
Figura 14 - Representação do Sistema Decimal.....	46
Figura 15 - Estrutura de código de barras.....	48
Figura 16 - Código QR referente ao logótipo do ISEC	49
Figura 17 - Funcionamento geral do RFID	50
Figura 18 - Ambiente de trabalho do ERP na empresa Transportes Cascão e Manuela, Lda. .	55
Figura 19 - Pneus reencaminhados para a organização de recolha de pneus	57
Figura 20 - Resíduos encontrados após remoção de pneus	58
Figura 21 - Diferença entre as prateleiras com e sem inclinação	60
Figura 22 - Banca de trabalho depois de modificações	61
Figura 23 - Expositor de lâmpadas	61
Figura 24 - Antes e depois do corredor do armazém.....	62
Figura 25 - Esmeriladora lado esquerdo; Prensa hidráulica lado direito.....	63
Figura 26 - <i>Layout</i> final da zona de armazenagem e envolvente	65
Figura 27 - Exemplo de etiqueta definida para armazém de peças de reserva.....	71

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Princípios do <i>Lean Thinking</i> (Adaptado de Gomes (2016))	7
Tabela 2 - Funções e vantagens dos tipos de <i>stock</i> quanto à utilidade.....	16
Tabela 3 - Classificação de <i>stocks</i> - Análise ABC	17
Tabela 4 - Vantagens e Desvantagens do modelo da quantidade económica de encomenda com descontos de quantidade	28
Tabela 5 - Variação do fator de segurança (z) em função do nível de serviço e da probabilidade de rotura.....	35

SIMBOLOGIA E ABREVIATURAS

ABC - *Activity based costing*

ERP - *Enterprise Resource Planing*

ISEC – Instituto Superior de Engenharia de Coimbra

KPI - *Key Performance Indicator*

MWT – *Mean Waiting Time*

PDCA – *Plan, Do, Check and Act*

QR – *Quick Response*

RFID – *Radio Frequency Identification*

SI – Sistema de informação

SMED – *Single Minute Exchange of Dies*

SS – Stock de Segurança

TPM - *Total Productive Maintenance*

1. INTRODUÇÃO E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

1.1. Enquadramento

Nos dias que correm, deparamo-nos com uma sociedade, cada vez mais, competitiva. Aliada a essa competitividade está a inovação, quer em novos produtos e processos quer na alteração dos processos já existentes, de modo a torná-los mais eficientes.

Segundo (Pereira, 2016), um estudo realizado por Silver, Pyke e Peterson em 1998 chegou à conclusão de que, com a implementação de uma gestão de *stocks* eficiente, mais de 90% das empresas reduz os custos em cerca de 20%, sem que seja diminuído o nível de serviço; deste modo, a gestão de *stocks* demonstra-se uma mais-valia para as empresas.

Desta forma, torna-se de extrema relevância o estudo de metodologias que possam trazer mais produtividade para as empresas eliminando os desperdícios e os tempos de espera entre processos, aumentando assim os processos automatizados dentro da empresa, o que faz com que exista uma redução da probabilidade de erro, como é o caso da filosofia *Lean*.

Assim, o presente projeto foi desenvolvido na empresa Transportes Cascão e Manuela, Lda., na área de melhoria contínua do departamento de manutenção, introduzindo melhorias significativas no mesmo.

1.2. Objetivos do Trabalho

O presente trabalho visa apresentar de uma forma detalhada o que se entende por uma filosofia *Lean* e explicar quais os passos que se devem seguir para implementar uma gestão de *stocks*, qual a sua importância para as organizações e a necessidade das mesmas para perceberem em que nível se encontram face ao estado da arte e apresentados nos fóruns científicos e profissionais da área.

O objetivo principal do projeto será a avaliação do estado da gestão do departamento de manutenção e a implementação de uma abordagem *Lean* nesse mesmo departamento, tendo em vista a expansão dessa filosofia para toda a empresa.

Por último, no final da monografia, outro objetivo é a identificação das áreas onde a empresa deve atuar para melhorar os seus processos, propondo meios, métodos e metodologias para que a mesma evolua no sentido da excelência.

1.3. Estrutura do Relatório

Nesta secção é explicado o enquadramento do trabalho e quais os objetivos iniciais; pretende-se ainda descrever a estrutura adotada na elaboração deste documento. O trabalho encontra-se dividido em seis capítulos:

- No segundo capítulo, é realizada uma curta apresentação da empresa em estudo, indicando quais os seus valores, a estrutura da mesma e a apresentação do departamento, sobre o qual irá incidir este trabalho;
- No capítulo seguinte, com o título de “Abordagem ao *Lean Thinkig*”, são apresentados os vários pontos-chave desta filosofia assim como as ferramentas que existem para a sua implementação;
- O quarto capítulo é dedicado à gestão de *stocks*, onde é clarificado o que se entende por *stock* e como proceder à sua classificação, explicando quais os seus objetivos; nesta secção é apresentada as políticas de gestão de *stock* e os indicadores que se devem utilizar de forma a mensurar a qualidade da gestão executada; é ainda descrita a análise ABC, a importância de um sistema de informação e os vários tipos de codificação de artigos;
- O caso de estudo, o ponto central do trabalho é apresentado no quinto capítulo. O caso de estudo é a aplicação, de forma prática, das metodologias abordadas nos capítulos anteriores. Neste capítulo é feita a descrição do local onde foi efetuado o caso de estudo, bem como a explicação da forma como foram aplicadas as metodologias e, por fim, são apresentados os resultados finais;
- No sexto capítulo são apresentados projetos futuros que, ou por não se inserir no projeto ou por não terem sido realizadas, são propostas que podem ter um forte impacto na melhoria do departamento analisado;

2. A empresa Transportes Cascão e Manuela, Lda.

A Transportes Cascão & Manuela, Lda., é uma empresa dedicada exclusivamente ao transporte nacional e internacional de viaturas, sendo o seu principal alvo de faturação o transporte de viaturas importadas, provenientes da União Europeia, de países como Alemanha, França e Bélgica a título de exemplo.

2.1. História da empresa Transportes Cascão e Manuela, Lda.

Em Novembro de 2001, Jorge Cascão e Manuela Vieira fundadores e atuais sócios da empresa, fundaram a empresa Transportes Cascão & Manuela, Lda., quando compraram um camião, para trabalhar com um transitário.

No entanto, não satisfeitos com o serviço que realizavam, decidiram aventurar-se no mundo dos transportes de viaturas em segunda mão para importação e com o passar dos anos foram aumentando a sua carteira de clientes.

Atualmente, esta empresa conta com um total de 18 viaturas, sendo a sua manutenção um ponto fulcral para o seu bom funcionamento, para que todos os processos inerentes à atividade sejam realizados em segurança pelos seus colaboradores, com o maior índice de produtividade possível.

2.2. Valores

A empresa baseia-se principalmente em valores como a rapidez e segurança, nunca esquecendo a ética e lealdade para com os seus clientes. Assim, a empresa aplica a qualidade e a excelência nos serviços prestados como o caminho a percorrer para satisfazer e garantir as necessidades dos seus clientes.

2.3. Estrutura da empresa

A Transportes Cascão & Manuela, Lda. é uma empresa de cariz familiar e, por esse motivo, tem crescido com uma organização muito centrada no gestor de tráfego, no entanto com a introdução da segunda geração na empresa e com o aumento de funcionários no escritório, devido ao grande crescimento que teve nos últimos anos, cada pessoa tem ganho a sua função especializando-se nela.

A organização encontra-se dividida em cinco departamentos: o departamento operacional; o departamento financeiro; o departamento administrativo; o departamento comercial e, por último, o departamento de manutenção, no qual irá incidir este projeto. Na figura 1 pode-se analisar o organograma da empresa.

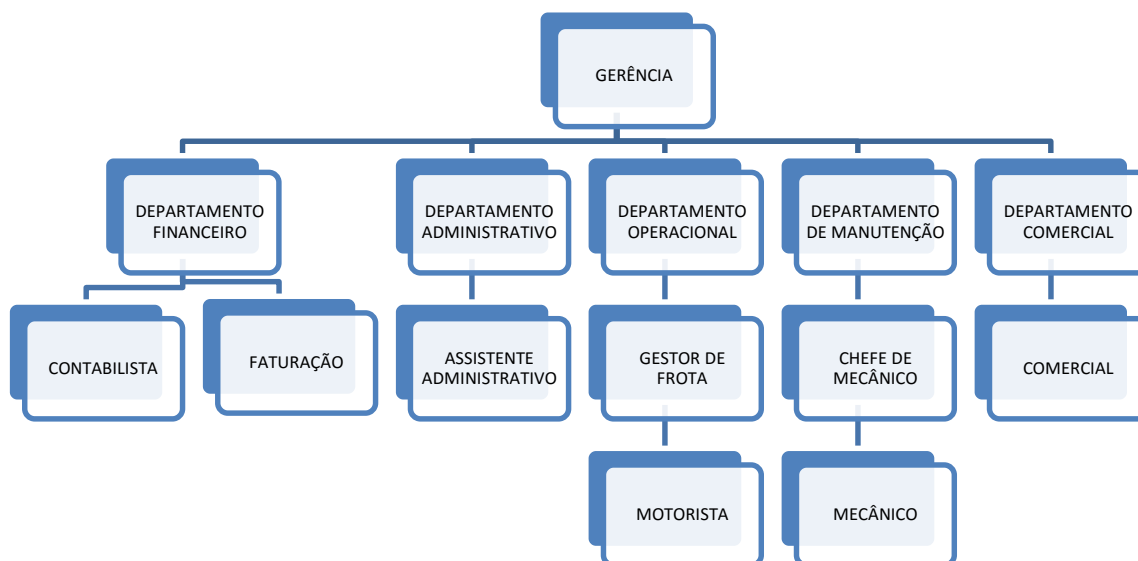


Figura 1 - Organograma da empresa

2.4. Departamento de Manutenção

O Departamento de manutenção atualmente é constituído por dois colaboradores, um o autor desta tese e um mecânico subcontratado pela empresa. Este departamento tem de ter a capacidade de realizar todas as manutenções necessárias em apenas 1 a 2 dias, em todas as viaturas da empresa, devido à elevada procura pelos serviços prestados. Desta forma, as manutenções têm de ser realizadas de um modo eficiente e criterioso de acordo com a urgência.

Para que as manutenções se possam realizar sem que falte as peças de substituição, este departamento tem de realizar uma gestão de peças de reserva muito bem afinada, para que não falte nada. Para isso o gestor do departamento tem de estar em constante contacto com os colaboradores que utilizam as viaturas, de modo a perceber o estado dos ativos.

Este departamento está retirado do parque das viaturas e divide-se em 6 zonas, são elas a área de reparação com uma área de 480 m², onde é possível reparar 4 viaturas ao mesmo tempo, a sala das máquinas, o armazém de peças-de-reserva e ferramentas, a zona de gestão de resíduos, a zona de lubrificantes, a zona de montagem e desmontagem de pneus.

3. Abordagem *Lean Thinking*

No final da segunda guerra mundial, entre 1939 e 1945, no ceio da empresa Toyota, devido à reduzida disponibilidade de recursos humanos, materiais e de espaço, o que não acontecia na indústria automóvel europeia e norte-americana, onde existia abundância de recursos. Por consequência, a empresa viu-se obrigada a redefinir o seu sistema de produção, de modo a racionalizar os seus recursos. Através da busca de novas teorias de produção surgiu o *Lean Thinking*.

No âmbito do *Lean Thinking*, existem três conceitos fundamentais para a compreensão do mesmo, que são:

- i. o valor;
- ii. o desperdício;
- iii. a criação de valor.

A sua conjugação otimizada cria uma fábrica perfeita; o ideal, onde não existe desperdício, onde os recursos são racionalizados ao máximo e os processos estão todos sincronizados e simplificados, (Moreira, 2010).

Uma organização que tenha em vista a utilização desta metodologia, deverá aplicá-la a todos os sectores e níveis da organização, tendo em vista a eliminação de desperdício e o aumento da produtividade.

Com a aproximação do ideal, advêm vários benefícios que são, fundamentalmente:

- O crescimento do negócio;
- O aumento da produtividade;
- A redução de *stocks*;
- O aumento do nível de serviço;
- O aumento da qualidade e do serviço prestado ao cliente;
- A redução dos acidentes de trabalho;
- A redução de espaço ao nível do chão de fábrica;
- O aumento da capacidade de resposta;
- A redução do lead time;
- A redução de custos;
- A procura pela satisfação do cliente.

Womack e Jones (2012) definem valor como qualidade quantitativa dada pelo consumidor; este deve ser expresso relativamente a um produto/serviço específico que tenha em atenção as

necessidades transmitidas pelo consumidor no momento pretendido por este; assim, o valor é um aspeto percecionado pelo consumidor e é tanto maior quanto menor for o desperdício acumulado.

Todas as atividades realizadas, num processo ou prestação de serviços, e todos os recursos utilizados que não criam valor para o cliente, são considerados como desperdício. No entanto, por vezes, existem atividades que não se podem deixar de efetuar, mesmo que não tragam valor para o cliente e sim para a empresa, como o caso dos controlos financeiros. Desta maneira, entende-se desperdício como qualquer atividade ou recurso que não agregue valor a um processo para o cliente ou empresa que produz o bem ou presta serviço ao cliente.

A metodologia do *Lean Thinking* consiste numa gestão de todas as atividades realizadas, com a finalidade de determinar quais os desperdícios existentes que se podem eliminar, porque não acrescentam valor e identificar possíveis acréscimos de valor nas atividades envolvidas, simplificando ao máximo a forma de gerir os materiais, as pessoas e a informação para que se reduzam os custos, o tempo despendido em cada atividade e a insatisfação dos *stakeholders*.

Por norma, numa organização encontram-se sempre sete tipos de desperdícios, que são:

- i. O excesso de produção ou de recursos para prestar os serviços – as organizações, de forma a colmatar as variações de procura, efetuam produções acima da procura média, para os momentos em que tenham um pico não terem falta de fornecimento dos seus produtos, de modo a melhorar a satisfação do cliente, enquanto na prestação de serviços as empresas tentam apoderar-se de mais recursos do que aqueles que realmente são necessários;
- ii. O inventário – as organizações tendem a ter sempre *stock* de peças-de-reserva para que em caso de falha o MWT (*Mean Waiting Time*) seja o mínimo possível;
- iii. O transporte – as organizações não realizam um estudo do seu *layout* e, desta forma, não otimizam os seus movimentos de materiais;
- iv. O tempo de espera – as organizações, como não implementam modelos de gestão que otimizem todas as suas atividades, têm elevados tempos de espera;
- v. Os movimentos desnecessários das pessoas – as organizações sem um estudo da correta localização dos materiais e ferramentas efetuam movimentos desnecessários, assim como a existência de colaboradores com baixa formação para as atividades que estão a desempenhar;
- vi. O excesso de processamento de informação – nas organizações a informação deve ser transmitida da forma mais simples possível, tendo de existir um decodificador de mensagem entre um emissor e um recetor;

- vii. Os defeitos existentes na produção e nos serviços prestados – os recursos consumidos para a realização de produtos/serviços com defeitos são desperdiçados pelas organizações, deste modo, deve-se procurar minimizar os defeitos ao máximo.

Com o intuito das organizações eliminarem todos os desperdícios e identificarem quais as atividades que acrescentam valor, o *Lean Thinking* desenvolveu um conjunto de ferramentas, como, por exemplo, o 5S, o mapa da cadeia de valor, o *Smed*, a gestão visual e a padronização no trabalho.

Tabela 1 - Princípios do *Lean Thinking* (Adaptado de Gomes (2016))

Princípio	Objetivo
1 - Valor	Perceber o que é valor para o cliente: pretende-se que o serviço seja o mais rápido possível e realizado com qualidade. Tudo que é necessário para se atingir este objetivo não tem valor para o cliente.
2 – Fluxo de valor	Identificar quais etapas dos processos que agregam valor, eliminando etapas que não agregam, a partir do momento em que o cliente elabora o pedido, até que este seja satisfeito.
3 – Fluir	Otimizar fluxos, criando um fluxo contínuo com as atividades que criam valor. Os vários organismos e/ou departamentos envolvidos na criação de valor devem estar coordenados para não criarem tempos de espera.
4 – “Pull”	Evitar empurrar (<i>Push</i>) trabalhos ou materiais para o próximo departamento. Permitir que o trabalho e os fornecedores sejam puxados (<i>Pull</i>) quando necessário. Permitir que o cliente desencadeie a operação, ou ordem de início de tarefas e nunca o contrário.
5 - Perfeição	Procurar a perfeição por meio da melhoria contínua através da redução contínua do desperdício (<i>muda</i>), sobrecarga (<i>muri</i>) e irregularidades (<i>mura</i>).

3.1. Ferramentas *Lean*

3.1.1. 5S

A filosofia 5s, metodologia com origem japonesa criada por Kaoru Ishikawa, em 1950, baseia-se em cinco princípios básicos, nos quais a sua tradução representa cinco palavras japonesas iniciadas com a letra “S”, para que o ambiente de trabalho de uma organização seja otimizado, eliminando todos os desperdícios. Qualquer que seja a organização que implemente esta filosofia, deverá iniciar a implementação pelo chamado chão de fábrica, estendendo, posteriormente, a toda a organização:

- Seiri - Senso de utilização - Baseia-se na verificação de todas as ferramentas e materiais na área de trabalho, libertando-se de tudo aquilo que está a mais, ou seja, que não é necessário à realização das tarefas atribuídas aquele local de trabalho, diminuindo-se assim o número de obstáculos à realização das tarefas;
- Seiton - Senso de ordenação - Consiste na organização do espaço de trabalho, a título de exemplo, a localização das ferramentas e materiais, para que se crie um fluxo simples e livre de obstáculos na realização das tarefas. A organização deve ter em conta a diminuição de movimentos realizados;
- Seiso - Senso de limpeza - Tem como princípio manter diariamente o local de trabalho limpo e organizado; este processo não deve ser colocado de parte, pois a limpeza do espaço é fundamental para o seu bom funcionamento;
- Siketsu - Senso de Saúde - Baseia-se na padronização dos objetos e serviços, sendo de extrema importância um *layout* cuidado e parametrizado tendo em consideração as características dos materiais;
- Shitsuke - Senso de autodisciplina - Refere-se à constante melhoria da forma de trabalhar, sem que se retroceda nos últimos 4S anteriores e adotando uma postura proactiva.

Esta metodologia tem benefícios, como a maior produtividade, a redução de custos e melhoria do aproveitamento dos materiais, melhoria da qualidade dos produtos e serviços, redução dos acidentes de trabalho e aumento da satisfação dos colaboradores.

Alguns autores vão mais longe e adicionam o sexto “S”, que representa o senso de segurança, porque todos os colaboradores devem receber a formação necessária para que realizem as tarefas a eles atribuídas com o máximo de segurança possível, para que saibam o que fazer em caso de emergência e como utilizar os equipamentos.

3.1.2. Ferramenta *Kaizen*

Kaizen, é uma palavra de origem japonesa que se traduz em melhoria contínua. Esta ferramenta apenas é possível, se toda a comunidade empresarial tiver a iniciativa de procurar esta melhoria contínua, caso contrário uma única pessoa não será capaz. Basicamente, o Lean está fundamentado nesta filosofia, (Kaizen Institute, s.d.).

A chave para o sucesso desta ideologia, é a análise da causa primordial do problema que se deteta. Detetando a causa principal surgirão *kaizens* de forma a atingir os objetivos, eliminando os problemas.

De forma a apoiar o surgimento dos *kaizens*, utiliza-se a aplicação da ferramenta dos cinco porquês e do ciclo pdca, *plan, do, check and act*. A partir da utilização destas ferramentas, apesar de se atingir vários benefícios, o principal será o envolvimento de todos os colaboradores, que são a peça fundamental para o bom funcionamento da melhoria contínua.

Apesar dos índices demonstrarem que as empresas, cada vez mais, optarem por este princípio, combatendo a estagnação do pensamento, levando a uma melhoria da sua capacidade competitiva. Em Portugal, em particular, muitas empresas e alguns "cidadãos portugueses adormeceram à sombra do contrato de trabalho", o que torna as empresas vulneráveis a que outras se tornem líderes no mercado, (Araújo, 2012).

3.1.3. Gestão visual

A Gestão Visual é um conceito *Lean*, que se baseia na utilização da visão para controlar e fornecer as informações necessárias aos colaboradores sobre tudo o que é necessário realizar. Esta ferramenta é um ponto crítico na implementação de outras ideologias *Lean*, como é o caso do 5S, porque promove a sustentabilidade das diversas melhorias, para que estas permaneçam visíveis a todos, (Brady Worldwide, Inc., 2018).

Resumindo, o objetivo da Gestão Visual é permitir a tomada de decisões de uma forma rápida e segura através da representação visual de dados ou informação é uma ótima maneira de ajudar a reduzir o desperdício, melhorar o conhecimento e melhorar a produtividade a longo prazo, na figura 2 está ilustrada uma forma de gestão visual nas operações a realizar.

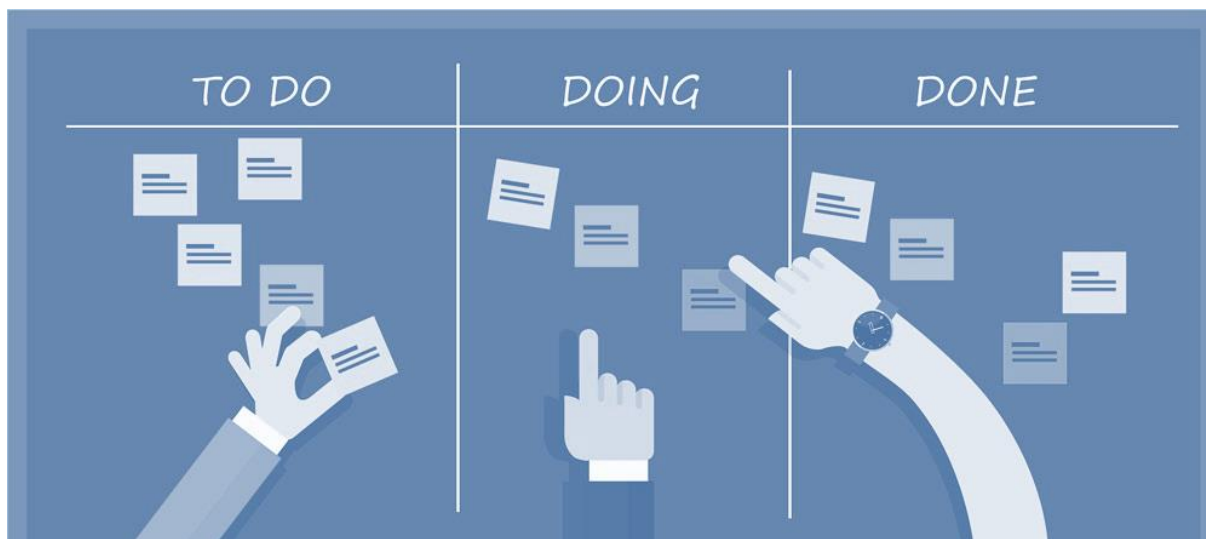


Figura 2 - Ilustração da Gestão visual de operações a realizar

Fonte: Adaptado de Opservices (2015)

Com esta ferramenta diminui-se o processo de interpretação e o número de dúvidas que a informação pode suscitar, o que origina uma redução do desperdício e, consequentemente, um aumento da produtividade e da segurança.

3.1.4. Normalização

“A uniformização de processos é um dos aspetos mais importantes na filosofia *Lean Thinking*” – “Uniformizar, normalizar ou *standardizar*, significa fazerem todos do mesmo modo, seguindo a mesma sequência, as mesmas operações e as mesmas ferramentas”, (Citeve, 2012).

A prática de uma tarefa normalizada pressupõe a identificação de uma forma devidamente otimizada de se produzir uma definida tarefa ou processo, para que estas sejam executadas da maneira mais eficiente e rápida possível.

Deste modo, pode-se assumir que uma norma é um mecanismo que simplifica a realização de determinada tarefa; estas devem ser simples, visuais, acessíveis, objetivas e únicas. Assim, como na implementação do *Kaizen*, o envolvimento dos colaboradores é relevante, pois eles conseguiram verificar eventuais desperdícios advindos das tarefas realizadas. As normas devem exercer uma atitude de melhoria contínua e não ser um conjunto de regras estanques. As normas permitem:

- Preservar o conhecimento, pois como os procedimentos estão registados, é simples transmitir o conhecimento a outras pessoas;
- Estabelecer todas as etapas de uma tarefa, o que facilita a formação contínua dos trabalhadores;

- Assegurar a produção, a qualidade, o custo, o serviço, a segurança e a motivação, num documento estruturado e refletido;
- Facilitar o processo de identificação de uma anomalia, através da metodologia causa/efeito, ou seja, sabendo o efeito sabe-se qual a causa que está na sua origem;
- Facilitar a manutenção, (GOMES, 2016).

3.1.5. Ciclo PDCA

Em meados da década de 20, Walter Shewhart, criou o ciclo PDCA, do inglês *Plan, Do, Check and Act*; este é um método de melhoria contínua, para o aumento da eficácia do trabalho em equipa, tornando-se elementar no apoio à tomada de decisões e à gestão, o que torna cada nova melhoria como um novo ponto de partida para o aperfeiçoamento.

Este ciclo divide-se em 4 etapas, como se verifica na figura 3: planejar; executar; verificar; e agir.

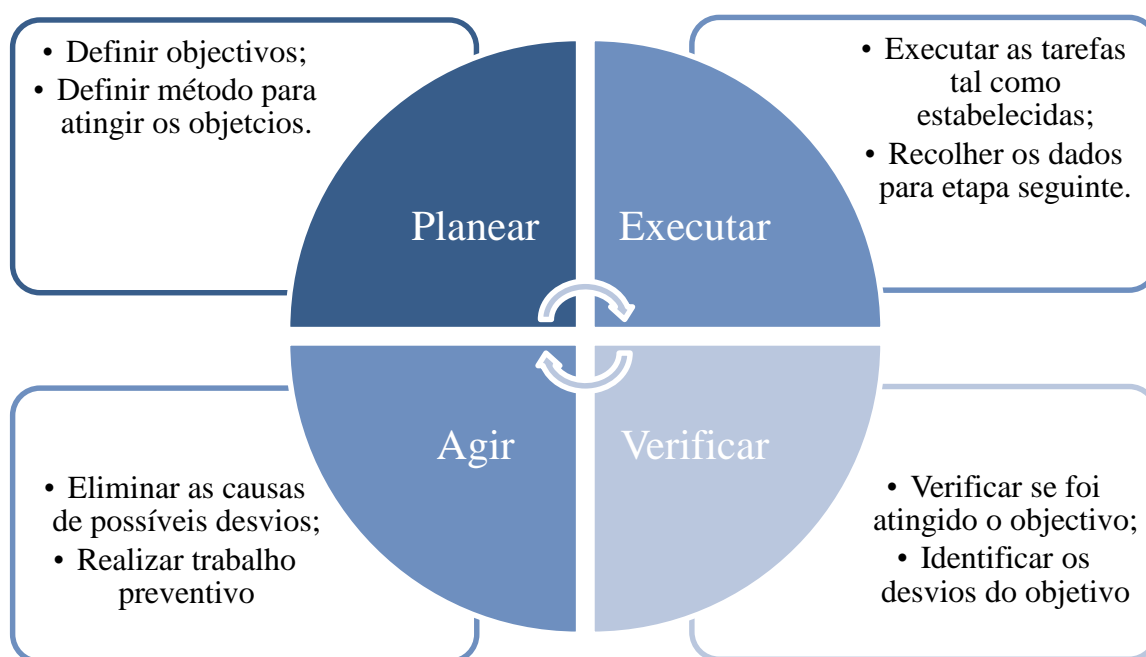


Figura 3 - Ciclo PDCA (Adaptado de Farinha (2011))

3.1.6. TPM

O TPM é uma ferramenta que promove a manutenção de primeiro nível, onde os operadores conseguem efetuar pequenas reparações nas suas próprias máquinas, evitando deslocações de técnicos especializados desnecessárias. O operador cuida do seu próprio equipamento. Esta metodologia surge devido a dois fatores, o primeiro corresponde ao aumento da eficiência das

máquinas e da produtividade e, o segundo, ao objetivo de ter zero avarias num determinado equipamento, (Rovisco, 2017).

Em suma, pode-se afirmar que o TPM implica uma política de manutenção preventiva, que pode resultar numa manutenção preditiva, tendo em conta os *Kpi's* pré-estabelecidos.

4. Gestão de Stocks

Ao longo dos tempos, sempre numa ótica de melhoria contínua, a gestão de *stocks* tem adquirido grande importância para as empresas, no que concerne à diminuição dos desperdícios, sendo estes de espaço, tempo e ou transporte.

Segundo Assis e Figueira (1991), os stocks representam entre 20% a 50% do ativo das empresas, sendo que, em termos de capital circulante, a percentagem chega a ser de 90% na grande maioria das empresas industriais; nesta perspetiva destaca-se a importância que representa a sua gestão para as organizações.

Face ao exposto, no presente capítulo é efetuada uma revisão da literatura sobre gestão de *stocks* e os seus modelos, tendo em consideração que a gestão de *stocks* abordada no presente projeto se centra no armazém de peças-de-reserva da empresa em estudo.

A gestão de *stocks* exige um controlo rigoroso, para que as empresas a utilizem como uma vantagem competitiva. Ao manter elevados níveis de *stock* as empresas estão a fazer com que a sua vantagem competitiva diminua face às suas concorrentes.

Assim sendo, é primordial que se mantenham níveis de *stock* adequados ao nível da procura, para que se tenha um controlo exigente, sendo indispensável fazer-se uma análise sistemática dos *stocks*, para que se tenha um controlo exigente.

As aquisições de materiais para *stock* implicam custos, designadamente administrativos, de armazenamento e dos materiais em si, dando origem a capital imobilizado, que poderia ser utilizado em investimentos em outras áreas das organizações; desta forma, torna-se crucial a sua boa gestão e a racionalização dos seus níveis, mantendo a qualidade do serviço prestado; assim, considera-se que os stocks são uma componente relevante na gestão das empresas, (Pereira, 2016).

“A gestão de *stocks* assume atualmente um papel fundamental nas indústrias de forma a maximizar os resultados líquidos das mesmas, obter um nível de *stock* ótimo é o maior desafio dentro das organizações”, (Cunha, 2016).

4.1. Conceito de Stock

Mendes (2013) define *stock*, numa visão global, como todas as matérias subsidiárias, matérias-primas, mercadorias, produtos em fabrico, e produtos acabados, estando incluídos os materiais num estado incompleto, em transformação, para serem vendidos ou usados.

Na sequência deste relatório de projeto será utilizado o conceito de *stock* segundo a definição dada por Pereira (2016), que explica que *stock* são todos os materiais e produtos que as empresas mantêm em seu poder, para uma utilização futura; define-os ainda como, elementos patrimoniais que podem vir a ser utilizados e que permitem assegurar uma resposta à procura, quer seja esta interna ou externa, sempre que necessário.

O conceito de *stock* é muitas vezes utilizado como inventário, o que está incorreto, pois, de acordo com a Norma Internacional de Contabilidade IAS 2, os inventários podem ser definidos como “ativos, detidos para venda no decurso ordinário da atividade empresarial; no processo de produção para tal venda; ou na forma de materiais ou bens de consumo a serem consumidos no processo de produção ou na prestação de serviços”, (Ferreira, 2012).

A necessidade de constituir *stocks* surge como causa dos seguintes fatores:

- i) Comportamento distinto do aprovisionamento;
- ii) No caso de falhas de aprovisionamento ou de produção, conseguir responder, de um modo eficaz;
- iii) Funcionar como reserva estratégica, cobrindo situações de flutuação da procura e do tempo de reposição do *stock*;
- iv) Reduzir custos de produção e de transporte;
- v) Garantir um elevado nível de serviço;
- vi) Permitir a criação de economias de escala;

4.2. Classificação de Stocks

A partir da literatura revista, chegou-se à conclusão de que a classificação dos *stocks* mais generalizada é a que se refere ao seu estado de transformação, que se divide em:

- Matérias-primas - a substância com a qual se fabrica os mais diversos produtos; podem ser um produto natural ou transformado, que é utilizado como base no processo produtivo; por outras palavras são *stocks* necessários para a fabricação;
- Componentes - aquilo que faz parte da composição de um todo, ou seja, são elementos que, através de algum tipo de combinação, dão lugar a um conjunto uniforme;
- Produtos em curso de fabrico (*work in process*) - materiais ou componentes, que estão num estado de espera ao longo do processo produtivo;
- Produtos semiacabados - partes que sofreram operações de transformação e que, de momento, aguardam a montagem no produto acabado, ou de uma sub-montagem;
- Produtos acabados - produto que se encontra finalizado ou completo no seu processo produtivo; logo, é um produto que não necessita de modificações ou preparações para o seu consumo ou comercialização;

- Subprodutos - produtos que resultam do processo de transformação, mas que não são incorporados no produto acabado que, normalmente, se denominam como restos;
- Materiais de embalagem e de acondicionamento - representam todos os artigos necessários para acondicionar de forma adequada os produtos no seu transporte;
- Consumíveis - representam os *stocks* de produtos cuja utilização implica a sua destruição; também chamados de materiais de consumo corrente ou de materiais subsidiários;
- Peças de reserva - retratam todo o *stock* que é utilizado para consumo próprio, com a finalidade de reparar equipamentos com componentes de substituição.

De acordo com Silva (2013), os *stocks*, quanto à sua utilidade, podem ser classificados numa das seguintes categorias:

- *Stock* cíclico ou sazonal – corresponde ao material em lotes que satisfaz a procura entre encomendas, quer sejam estas constantes a nível mensal ou sazonais;
- *Stock* de antecipação – corresponde ao *stock* para satisfazer a procura entre o lançamento do produto e a sua fabricação; deste modo, fabricam-se antecipadamente peças e conjuntos que serão utilizados em fases posteriores;
- *Stock* de segurança – corresponde ao *stock* de proteção contra incertezas da procura do mercado, ou de prazos de entrega por parte dos fornecedores;
- *Stock* em Trânsito – corresponde aos artigos que se encontram em fase de transporte entre fases produtivas ou entre armazéns;
- *Stock* de ocasião – corresponde aos produtos que têm uma grande volatilidade de preços, ou seja, que têm uma flutuação considerável de preços em curtos espaços de tempo e, por essa razão, tendem a ser comprados em lotes de grandes quantidades, a baixo custo.

Uma vez analisados os diferentes tipos de *stock*, quanto à sua utilidade, a Tabela 2, apresenta o resumo das suas funções e vantagens de utilização.

Tabela 2 - Funções e vantagens dos tipos de *stock* quanto à utilidade

Fonte: Adaptado de (Assis & Figueira, 1991)

Tipo de <i>Stock</i>	Função	Vantagem
<i>Stock</i> sazonal ou cíclico	Regularizar a produção no tempo para responder às vendas sazonais e às promoções; Proteção face à subida de preços de matéria-prima; Prevenção contra interrupções de fornecimento.	Redução de custos de horas extras, subcontratação formação e treino; Ganhos de produtividade resultantes da curva de experiência; Redução de custos de posse.
<i>Stock</i> de antecipação	Desacoplar o fornecedor do mercado consumidor e as operações do sistema produtivo entre si.	Descontos de quantidade.
<i>Stock</i> de segurança	Aumento aleatório da procura; Aumento aleatório do prazo da disponibilidade do pedido.	Aumento de vendas; Redução de custos com trabalho realizado em tempo extra, transportes extra, má imagem.
<i>Stock</i> em trânsito	Ligar sistema de distribuição física.	Redução de custos de transporte.
<i>Stock</i> de ocasião	Proteção contra penúria ocasional.	Redução de custos; Aumento das vendas

Numa organização, nem todos os produtos têm a mesma importância, pois existe um número pequeno de produtos que representa uma grande fatia no que se refere aos custos anuais de consumo, enquanto uma grande parte representa uma reduzida percentagem desses custos.

Assim, para além destes dois tipos de classificação, também se podem classificar os produtos quanto ao seu grau de contribuição para o valor do consumo anual. Esta classificação é efetuada a partir da análise ABC, metodologia que se tem revelado, ao longo do tempo, uma ferramenta essencial, de forma a identificar os produtos de *stock* com maior importância. Esta análise será feita em pormenor mais à frente nesta monografia, (Gonçalves, 2006).

A classificação precedente consiste em dividir os produtos em três grupos, como se representa na Tabela 3.

Tabela 3 - Classificação de *stocks* - Análise ABC

Fonte: Adaptado de (Gonçalves, 2006)

Produto	Descrição
A	Produtos que contribuem com uma grande percentagem dos custos mas que representam uma pequena fração dos produtos
B	Produtos que têm uma importância de nível intermédio, ou seja, que não estão inseridos nem na Classe A, nem na Classe C
C	Produtos que contribuem com uma pequena percentagem dos custos, mas que representam um elevado número de produtos

4.3. Objetivo da Gestão de *Stocks*

O objetivo de uma política de gestão de *stocks* é a minimização dos custos associados e que podem ser agrupados em quatro categorias, sem que o nível de serviço baixe (Pereira, 2016):

- Custo de aquisição (C_m), que representa o custo das unidades compradas.
- Custo de aprovisionamento (C_{at}), que engloba os custos associados à colocação e receção de cada encomenda; corresponde, portanto, ao custo associado ao processo de aprovisionamento, dependente da estrutura de compras e independente da quantidade encomendada, estes custos são repartidos pelos serviços de compras, gestão de *stocks*, receção, armazém e contabilidade.
- Custo de posse de *stock* (C_p), que inclui o custo com a armazenagem (renda do espaço e operações de armazém), e o custo de oportunidade de investimento do capital imobilizado. Engloba, portanto, despesas financeiras (como capital imobilizado, e seguros) e despesas de manutenção (instalações, pessoal, energia, desvalorizações, deterioração e furto).
- Custo de rutura ou de diferimento (C_d), que está associado às perdas decorrentes da quantidade em *stock* não ser suficiente para satisfazer a procura, podendo implicar a perda de produção ou paragem do equipamento. A este custo pode-se ainda somar os custos das indemnizações associadas a eventuais ruturas de *stock*.

Posto isto, um modelo de gestão de *stocks* adequado é muito importante, para planear e organizar toda a informação e fluxos de materiais dentro de um armazém, para que se mantenha o mínimo de stock e se garanta a disponibilidade dos equipamentos.

Caso isto não se verifique, quanto maior for a quantidade de *stock*, maior será o custo de posse e, conseqüentemente, será necessário um maior fundo de maneo por parte da empresa, devido ao capital imobilizado que o *stock* representa, existindo um maior risco de obsolescência dos materiais. No entanto, maiores quantidades de *stock*, favorecem as empresas a obterem melhores condições de compra e melhores prazos de entrega junto dos fornecedores.

Pelo contrário, verifica-se o oposto quanto menor for a quantidade de *stock*, não esquecendo que existe a necessidade de uma eficiente gestão dos materiais, para que não exista rutura de *stock*, trazendo custos acrescidos.

4.4. Indicadores de Gestão de Stock

Para avaliar se a gestão de *stocks* está a ser efetuada adequadamente, deve ter-se em atenção os indicadores de gestão, que se podem dividir em dois grupos: os indicadores associados ao nível de stock e a sua rentabilidade; e os indicadores associados ao nível de ruturas e ao nível de serviço, (Gonçalves, 2006).

No que respeita aos indicadores associados ao nível de *stocks* e à sua rentabilidade tem-se:

- *Taxa de rotação* – Indica o número de vezes que os *stocks* foram renovados ao longo do ano e é calculado pela equação 1.

$$\text{Taxa de Rotação} = \frac{\text{Quantidade consumida ao longo do ano}}{\text{Quantidade média em stock}} \quad (1)$$

Analisando a equação 1 salienta-se que, quanto maior for a taxa de rotação maior será a quantidade consumida ao longo do ano, o que significa que haverá uma maior rentabilidade dos *stocks*, visto que o valor imobilizado em *stock* é menor; no entanto, o risco de rutura é maior, pois a quantidade média de *stock* é menor.

- *Taxa de cobertura* – Indica o tempo médio que o *stock* pode abastecer a procura sem que existam novas encomendas, ou seja, é inverso da taxa de rotação, como se pode verificar na equação 2.

$$\text{Taxa de Cobertura} = \frac{\text{Quantidade média em stock}}{\text{Quantidade consumida ao longo do ano}} \quad (2)$$

No que respeita aos indicadores associados ao nível de ruturas e ao nível de serviço tem-se:

- *Taxa de rutura* – Indica a percentagem de encomenda feitas ao armazém e que não foram satisfeitas prontamente devido a ruturas, sendo calculada pela equação 3.

$$\text{Taxa de Rutura} = \frac{\text{Nº de encomendas não satisfeitas por ano}}{\text{Nº total de encomendas por ano}} \quad (3)$$

Analisando a equação 3 verifica-se que, para um dado ano, a taxa de rutura é tanto maior quanto maior for o número de encomendas não satisfeitas por ano que, como consequência, tem uma redução do nível serviço, ou seja, menor a qualidade de serviço.

- *Nível de serviço* – Indica a qualidade do serviço prestado por parte da gestão de *stocks*, sendo calculado de acordo com a equação 4.

$$\text{Nível de Serviço} = \frac{\text{Quantidade anual avia imediatamente pelo armazém}}{\text{Quantidade total anual de encomendas}} \quad (4)$$

Pela equação 4 verifica-se que o nível de serviço será tanto melhor, quanto mais próximo for a quantidade anual disponibilizada pelo armazém da quantidade total anual de encomendas; caso a razão entre elas seja igual a 1, tem-se um nível de serviço ótimo, pois corresponde a não existir rutura de *stock*.

4.5. Políticas de Gestão de Stock

De forma a garantir uma correta gestão de *stocks*, existe a necessidade de responder a três questões fundamentais, que são:

- 1) Como controlar os *stocks*?
- 2) Que quantidades encomendar?
- 3) Quando encomendar?

Ao examinar as perguntas precedentes verifica-se que não existe uma solução ideal para todas as organizações, o que significa que cada uma terá de trabalhar em busca da sua política de gestão ótima; desta forma, ao variar as incógnitas das perguntas anteriores, resultaram impactos diferentes nos custos globais do sistema.

Quanto menor for o controlo de *stocks*, menor será o custo associado no processamento de informação; no entanto, maior será o risco de rutura. Se as encomendas forem de grandes

quantidades diminui-se o custo de processamento de encomendas; por outro lado, os níveis de *stock* aumentarão. Contudo, se as encomendas forem pequenas os custos de *stock* reduzem-se; todavia, os custos administrativos de processamento das encomendas aumentam.

Como referido anteriormente é necessário ter em consideração a existência, ou não, de aleatoriedade na oferta e na procura, para se poder escolher, adequadamente, qual o modelo de gestão a utilizar.

Antes de se começar a explorar os vários modelos que existem é importante compreender se a procura e a oferta sofrem de aleatoriedades ou não, para se perceber como controlar os *stocks*, se com modelos determinísticos ou modelos estocásticos, respetivamente.

No caso da oferta, ou seja, do lado dos fornecedores, se estes têm prazos de entrega fixos e são cumpridos com rigor, assim como as quantidades encomendadas, diz-se que a oferta não tem aleatoriedade associada e, desta forma, é definida como determinística; em oposição, os fornecedores podem ter prazos de entrega variáveis e não entregar todos os produtos de uma só vez; desta forma considera-se que tem um comportamento aleatório.

Do lado da procura, do lado do consumidor, quer seja externo quer interno, se as quantidades procuradas forem conhecidas, o modelo é determinístico; caso contrário, ou seja, se a procura é incerta, é aleatório.

Posto isto, os modelos de gestão de *stocks* dividem-se em dois grandes grupos, os determinísticos e os estocásticos.

4.5.1. Modelos determinísticos

Como visto atrás, um dos principais pressupostos para a utilização dos modelos determinísticos é a procura e a oferta serem ambas conhecidas e constantes. No que respeita à reposição de *stock*, esta pode ser instantânea ou não, sendo que, quando esta é instantânea significa que a entrega é efetuada de uma única vez, caso contrário diz-se que é uma reposição gradual ou faseada; por outras palavras, a reposição de *stock* é faseada quando um fornecedor divide o abastecimento em várias entregas durante um determinado intervalo de tempo, (Carvalho, et al., 2017).

Nesta seção são abordados três tipos de modelos determinísticos, que são diferenciados pela quantidade a encomendar, sendo que o método de cálculo, referente às datas das encomendas, será igual para os três modelos:

- Modelo da quantidade económica de encomenda;
- Modelo da quantidade económica de encomenda com descontos de quantidade;
- Modelo da quantidade económica de encomenda sem reposição instantânea do *stock*.

Modelo da quantidade económica de encomenda

De acordo com Carvalho *et all* (2017), a utilização do modelo da quantidade económica de encomenda sugere que se verifiquem os seguintes pressupostos:

- A Procura tem de ser conhecida e constante;
- O prazo de entrega por parte dos fornecedores tem de ser conhecido e constante;
- Não pode existir rutura de *stock*;
- A quantidade de encomendada é entregue toda de uma única vez;
- O custo de aquisição unitário é independente da quantidade encomendada;
- O custo de encomenda unitário é fixo e independente da quantidade encomendada;
- O custo de posse do *stock* anual é proporcional à quantidade em *stock*.

Ao realizar a pesquisa bibliográfica, verificou-se que existe uma variação na notação utilizada de referência para referência; deste modo é importante referir que a notação, utilizada no presente relatório, está em concordância com Farinha (2011), e que sempre que se expõe uma nova variável, será também apresentado o seu significado.

Em primeiro lugar será necessário explicitar os custos associados ao custo total com a gestão do *stock*, que são os seguintes:

- Custo administrativo de aquisição - (C_{at});
- Custo dos materiais encomendados - (C_m);
- Custo de posse dos materiais - (C_p);
- Custo de Rutura - (C_d).

O somatório destes três custos é igual ao custo total; para além destes, como referido anteriormente, também se deve considerar o custo associado à rutura de *stock*. Entretanto, como a procura e a oferta são conhecidas, esta componente vai ser considerada nula. Assim, o Custo Total (CT) é calculado a partir da equação 5.

$$CT = C_{at} + C_m + C_p + C_d \quad (5)$$

Todos estes componentes, dependem de outras variáveis, as quais são apresentadas abaixo:

- Consumo Anual - (K);
- Quantidade encomendada em cada aprovisionamento - (Q);

- Número anual de encomendas - (N);
- Preço unitário dos materiais - (P_u);
- Taxa de posse aplicada ao valor médio do *stock* anual - (i);
- Custo administrativo de aquisição por encomenda - (C_a);
- Custo de revenda do material - (C);
- Intervalo de tempo entre encomendas - (T);

Depois de apresentar a notação que será utilizada ao longo da monografia, importa definir que variáveis dependem de cada um dos custos, sendo estes expostos de acordo com a ordem acima referida, i.e., começando pelos custos administrativos de aquisição, passando para os custos dos materiais encomendados, custos de posse dos materiais e, por fim, atendendo a que não se considera a possibilidade de existir rutura de *stock* será demonstrado como calcular a quantidade económica de encomenda dos materiais.

O custo de aquisição total será tanto maior quanto maior for o custo administrativo por encomenda e quanto maior for o número de encomendas anual, o que é equivalente a um maior consumo anual ou a uma menor quantidade encomendada em cada aprovisionamento, como se verifica a partir das equações 6 e 7, respetivamente.

$$C_{at} = C_a \times N \quad (6)$$

$$C_{at} = C_a \times \frac{K}{Q} \quad (7)$$

Quanto ao custo dos materiais encomendados, este é tanto maior quanto maior for o consumo anual e o preço unitário dos materiais, como demonstrado na equação 8.

$$C_m = P_u \times K \quad (8)$$

Através da equação 9 compreende-se que o custo de posse dos materiais será tanto maior quanto maior for o valor do *stock*, assim como o preço unitário dos materiais e a taxa de posse; este, por sua vez, é função dos custos do *stock* e do juro do capital imobilizado. Como o a taxa de posse se refere ao valor médio do *stock* anual, e assumindo que o consumo dos materiais é constante ao longo do tempo, este irá ter uma variação linear e, desta forma, assume-se que o valor médio do *stock* é igual a $\frac{Q}{2}$.

$$C_m = \frac{Q}{2} \times P_u \times i \quad (9)$$

Por consequência, o custo total anual será calculado de acordo com a equação 10.

$$CT = C_a \times \frac{K}{Q} + P_u \times K + \frac{Q}{2} \times P_u \times i \quad (10)$$

Ao transpor a função acima para um gráfico onde se relaciona a quantidade a encomendar com o custo (€), averigua-se que existe a possibilidade de encontrar uma solução para o mínimo custo de *stock*, como exemplificado na figura 4.

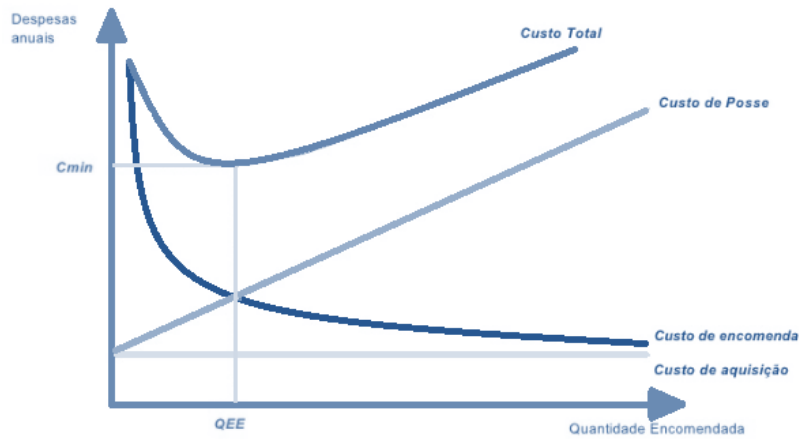


Figura 4 - Representação da função custo total e suas componentes em função da quantidade a encomendar

Fonte: Adaptado de (Pinto, 2010)

Segundo a Fórmula de Wilson, considerando que as encomendas são realizadas periodicamente e que a variação do *stock* é linear ao longo do tempo, a quantidade económica (Q_e) para a qual o custo total do *stock* é mínimo pode ser calculado igualando a equação 10 a zero e derivando em ordem a Q , obtendo-se a equação 11 através do raciocínio abaixo descrito.

$$\begin{aligned} \frac{dCT}{dQ} = 0 &\Leftrightarrow \frac{dCT}{dQ} = -\frac{K \times C_a}{Q^2} + 0 + \frac{1}{2} \times P_u \times i = 0 \Leftrightarrow \\ &\Leftrightarrow \frac{k \times C_a}{Q^2} = \frac{1}{2} \times P_u \times i \Leftrightarrow Q^2 = \frac{2 \times K \times C_a}{P_u \times i} \end{aligned}$$

Finalmente, obtém-se a Fórmula de Wilson:

$$Q_e = \sqrt{\frac{2 \times K \times C_a}{P_u \times i}} \quad (11)$$

Sabendo definir a quantidade económica de encomenda de um artigo, torna-se fulcral definir o intervalo de tempo entre encomendas, pois este é igual ao inverso do número de encomendas ao ano, tendo em consideração que o prazo de entrega por parte do fornecedor para este modelo é constante e conhecido. O número de encomendas ao ano, por sua vez, é equivalente ao consumo anual sobre a quantidade encomendada que, sendo a quantidade ótima, obtém-se o intervalo de tempo ótimo entre encomendas, que é calculado pela equação 12.

$$T_0 = \frac{Q_e}{K} = \sqrt{\frac{2 \times C_a}{P_u \times i \times K}} \quad (12)$$

A fim de controlar os *stocks* de uma organização, o responsável, em alternativa ao cálculo do intervalo de tempo ótimo entre encomendas, pode determinar o ponto de encomenda (*reorder point*) (R), através da multiplicação da taxa de procura (k) e do prazo de entrega do fornecedor (L), como ilustrado na equação 13, caso estes sejam conhecidos e constantes, como afirmado nos pressupostos do modelo em causa.

$$R = L \times k \quad (13)$$

Esta metodologia de determinação do ponto de entrega através do modelo da quantidade económica de encomenda está representada graficamente na figura 5.

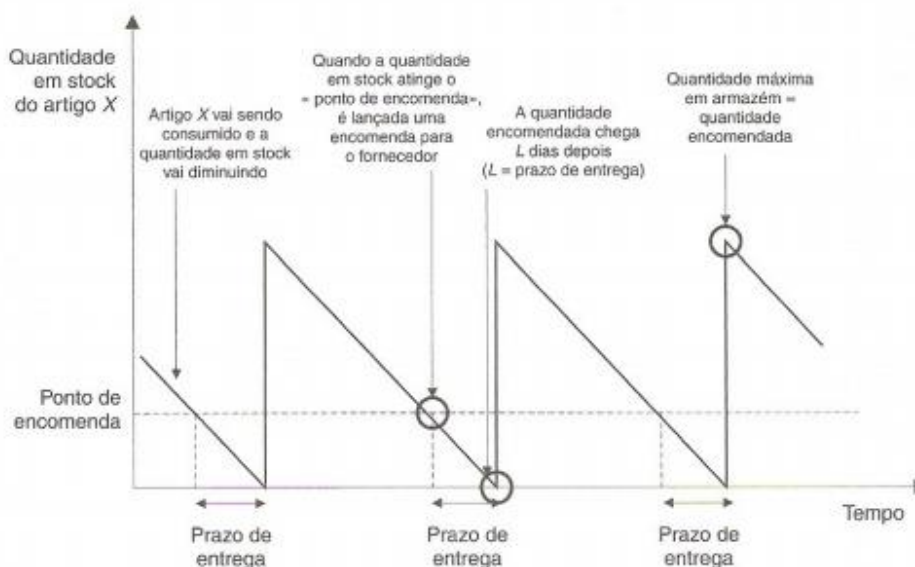


Figura 5 - Representação do funcionamento do modelo da quantidade económica de encomenda

Fonte: Retirado de Carvalho et all (2017)

Modelo da quantidade económica de encomenda com descontos

No modelo anterior existia o pressuposto de que o custo unitário de aquisição não variava com a quantidade encomendada; desta forma, o desconto comercial de quantidade tem de ser analisado de uma forma especial, pois está a ser violado um dos pressupostos do modelo da quantidade económica de encomenda.

Isto porque, o desconto de quantidade terá influência no custo de aquisição anual, no custo de encomenda anual e no custo de posse de *stock* anual, sendo que os primeiros diminuem, pois quanto maior a quantidade encomendada, maior será o desconto e menos encomendas serão realizadas ao fornecedor, respetivamente; o terceiro custo referido aumenta com o desconto, pois quanto maior for mais unidades serão encomendadas o que originará maiores *stocks*.

Posto isto, é importante referir que o desconto só será compensatório caso a soma da diminuição dos custos de aquisição anual e de encomenda anual for superior ao aumento do custo de posse de *stock* anual.

Neste modelo, no caso de se pretender calcular a quantidade económica de encomenda, será necessário determinar uma função de quantidade económica para cada preço unitário, para o menor custo total, como se verifica na figura 6.

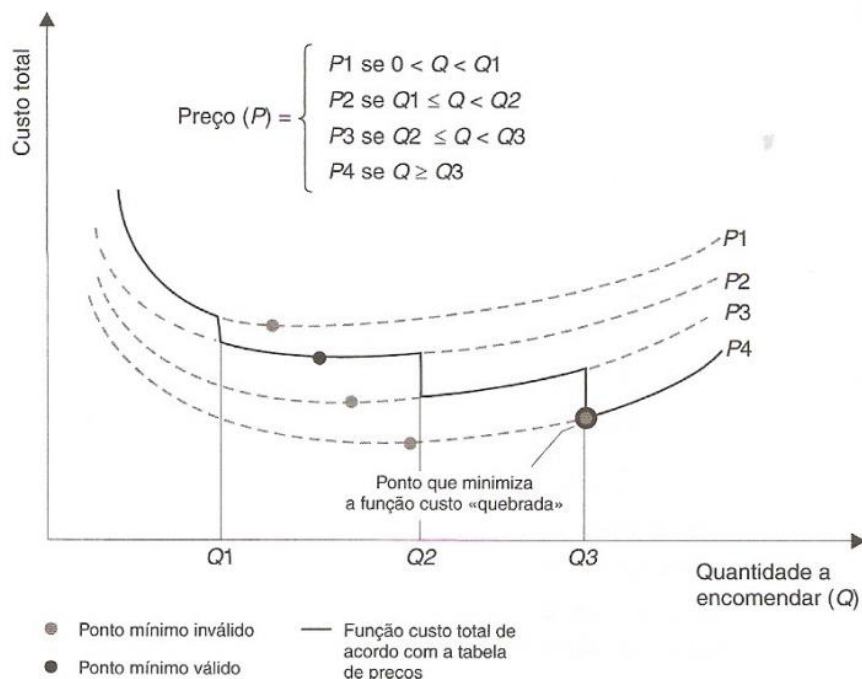


Figura 6 - Representação da função custo total quando existe uma tabela de preços em função da quantidade a encomendar

Fonte: Carvalho et al (2017)

Ao analisar a figura 6 percebe-se que existem pontos de encomenda que não são válidos para um determinado custo unitário; desta forma torna-se indispensável compreender a metodologia de cálculo da quantidade económica para este modelo.

Seguindo os procedimentos descritos por Carvalho *et al.* (2017), para calcular o ponto mínimo da função do custo total que seja válido deve-se proceder da seguinte forma:

1. Calcular a Quantidade económica de encomenda para o nível de preço mais baixo:
 - a. Se a Quantidade económica de encomenda for válida, então a quantidade que minimiza o custo total foi encontrada, logo pode considerar-se o processo finalizado;
 - b. Se a quantidade económica de encomenda não for válida, calcula-se o custo total para a quantidade válida mais próxima da quantidade económica de encomenda, obtida para esse nível de preço; deve seguir-se para o próximo passo.
2. Calcular a quantidade económica de encomenda para o nível de preço seguinte:

-
- a. Se a quantidade económica de encomenda for válida, calcula-se o respetivo custo total, ou seja, volta-se ao passo 2 até se ter explorado todos os níveis de preço;
 - b. Se não for válida, calcula-se o custo total para a quantidade válida mais próxima da quantidade económica de encomenda obtida para esse nível de preço.
3. Repetir o passo 2 até se terem explorado todos os níveis de preço;
 4. Optar pela quantidade a encomendar que minimiza o custo total calculado para cada nível de preço.

Quanto à determinação do tempo ótimo para encomendar, calcula-se de acordo com o modelo anterior, sem sofrer alterações, ou seja, para se calcular o tempo ótimo entre encomendas basta calcular a equação 12.

Como todas as decisões que se tomam, este modelo tem vantagens e desvantagens, quer para o fornecedor, quer para o comprador; na tabela 4, são demonstradas as vantagens e desvantagens para os fornecedores e clientes que utilizam este tipo de modelo.

Tabela 4 - Vantagens e Desvantagens do modelo da quantidade económica de encomenda com descontos de quantidade

Fonte: Adaptado de (Costa, 2012)

	Vantagens	Desvantagens
<i>Fornecedor</i>	<p>Menores custos de produção devido a menor número de <i>set-ups</i></p> <p>Redução do efeito da concorrência, porque fideliza os clientes por períodos mais longos</p> <p>Menores custos de transporte, pois conseguem-se economias de escala</p> <p>Maior rotação do <i>stock</i>, devido ao aumento do inventário, para fazer face a encomendas de maior dimensão; não é proporcional ao aumento da procura no curto prazo.</p>	<p>Possível guerra de preços com a concorrência</p> <p>Se as economias geradas não compensarem o custo dos descontos, torna-se necessário aumentar as vendas de forma a atingir o ponto crítico (<i>breakeven</i>)</p> <p>Maior investimento em inventário para manter o mesmo nível de serviço aos clientes.</p>
<i>Cliente</i>	<p>Preços mais baixos</p> <p>Custos de preparação mais baixos</p> <p>Custos de transporte mais baixos</p> <p>Menos ruturas</p> <p>Proteção contra subidas de preços</p>	<p>Menor rotação do <i>stock</i></p> <p>Maior risco de obsolescência</p> <p>Maior investimento em <i>stock</i></p> <p>Custo de posse mais alto</p>

Modelo da quantidade económica de encomenda sem reposição instantânea

Este modelo é utilizado quando a procura é constante ao longo do tempo e a entrega das encomendas por parte dos fornecedores se efetua de uma forma faseada ou constante, ou seja, que não exista reposição instantânea. Deste modo o *stock* em armazém nunca atinge a quantidade de encomenda, visto que, à medida que é dada entrada de produto em stock o mesmo é consumido pela procura constante que vai ocorrendo. Na figura 7 é possível analisar a conjugação destas variáveis em função do tempo, (Rodrigues, 2010).

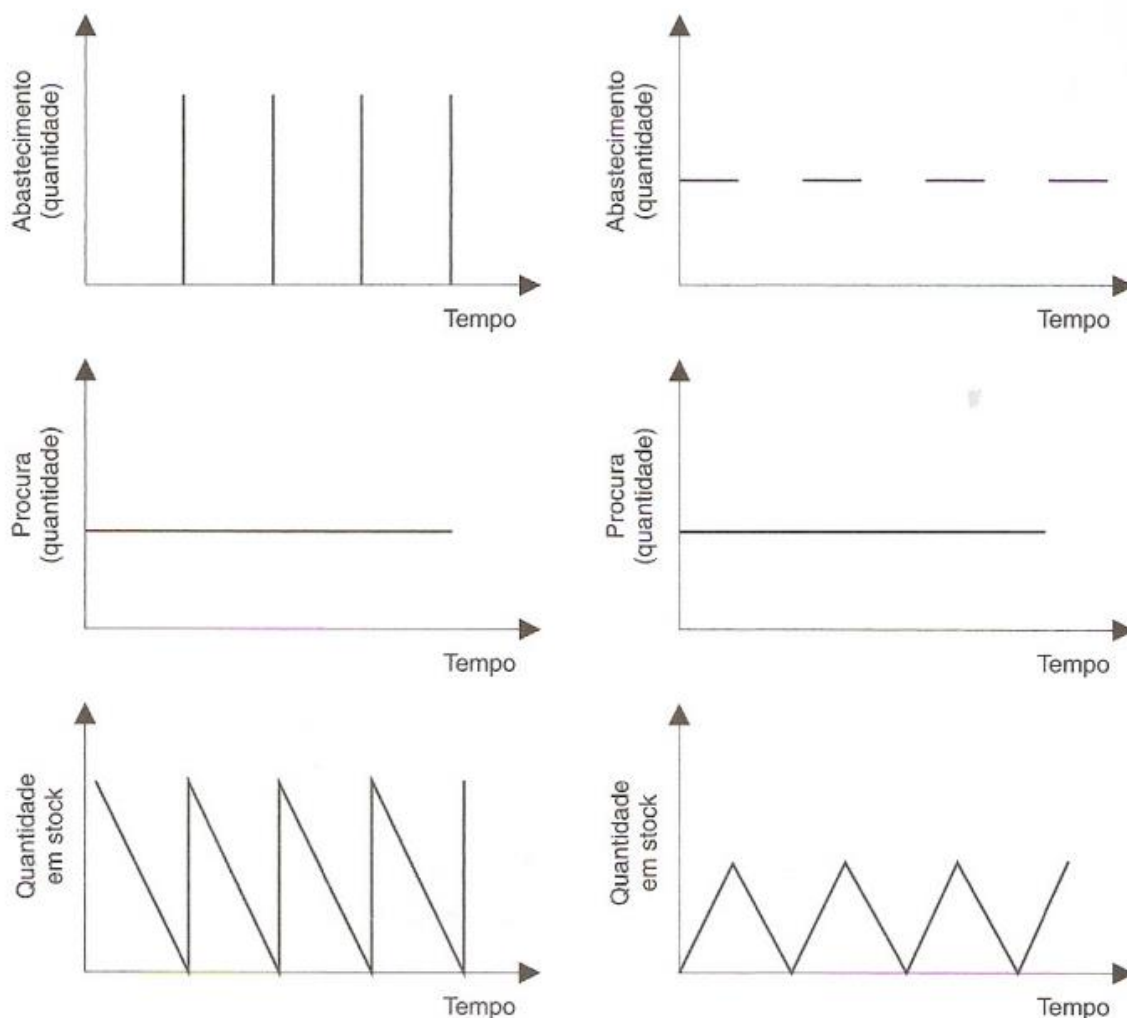


Figura 7 - Representação gráfica do abastecimento, procura e quantidade em *stock* consoante o tipo de reposição (instantânea ou não instantânea)

Fonte: Adaptado de (Costa, 2012)

Analisando a figura 7 percebe-se que quanto maior for o rácio entre a taxa de procura (d) e a taxa de abastecimento (p), menor será o *stock* máximo em armazém e, por consequência, o *stock* médio também será menor. Assim, se o *stock* médio diminui, o custo de posse de stock anual também diminui.

Para que nunca exista uma situação de rutura de *stock* é essencial que a taxa de procura seja menor que a taxa de abastecimento, de maneira que o rácio entre a taxa de procura e a taxa de abastecimento varie no intervalo $]0 ; 1[$.

Supondo que se pretende determinar a duração de abastecimento, tem de se calcular a razão entre a quantidade encomendada e a taxa de abastecimento. Como a procura constante é um pressuposto do modelo em causa, e sendo o *stock* máximo igual à equação 13, o *stock* médio em armazém será calculado através da equação 14.

$$Stock\ máximo = Q \left(1 - \frac{d}{p}\right) \quad (13)$$

$$Stock\ médio = \frac{Q}{2} \left(1 - \frac{d}{p}\right) \quad (14)$$

Desta forma, o custo total é calculado pela equação 15; derivando esta função em ordem à quantidade a encomendar obtém-se a quantidade de encomenda para a qual o custo total é mínimo, (equação 16).

$$CT = C_a \times \frac{K}{Q} + \frac{Q}{2} \left(1 - \frac{d}{p}\right) \times P_u \times i \quad (15)$$

$$\begin{aligned} \frac{dCT}{dQ} = 0 &\Leftrightarrow \frac{dCT}{dQ} = -\frac{K \times C_a}{Q^2} + 0 + \frac{\left(1 - \frac{d}{p}\right)}{2} \times P_u \times i = 0 \Leftrightarrow \\ &\Leftrightarrow \frac{K \times C_a}{Q^2} = \frac{\left(1 - \frac{d}{p}\right)}{2} \times P_u \times i \Leftrightarrow Q^2 = \frac{2 \times K \times C_a}{\left(1 - \frac{d}{p}\right) P_u \times i} \end{aligned}$$

$$Q_e = \sqrt{\frac{2 \times K \times C_a}{\left(1 - \frac{d}{p}\right) P_u \times i}} \quad (16)$$

Assim, tal como no modelo anterior, a forma de cálculo para o momento da encomenda não se modifica, calculando-se à semelhança do modelo da quantidade económica de encomenda.

4.5.2. Modelos Estocásticos

Os modelos estocásticos aplicam-se sempre que existe uma incerteza quer na procura quer na oferta, o que aumenta a probabilidade de rutura de *stocks*; para que isto não aconteça é necessário constituir um *stock* de segurança de forma a absorver as variações fora dos limites pré-estabelecidos, devidos ao comportamento aleatório da oferta e procura. Caso o *stock* de segurança não seja suficiente para neutralizar as variações referidas, entra-se no estado de rutura.

Ao falar-se em comportamentos aleatórios, torna-se obrigatório pensar em probabilidades, mais precisamente a de rotura e a de nível de serviço; estes dois aspetos são complementares um do outro, pois o somatório das duas probabilidades tem que ser igual a 100%.

Entende-se por nível de serviço, a probabilidade de uma empresa ter disponível o produto procurado na quantidade necessária e no tempo indicado. Pelo contrário, a probabilidade de rutura é a probabilidade de uma empresa não conseguir fornecer ao cliente o produto procurado nas quantidades necessárias ou no devido tempo.

Deste modo, quanto maior for o nível de serviço de uma empresa, maior terá de ser o *stock* de segurança, dependendo também da variabilidade da oferta e da procura. Assim, de forma a dimensionar o *stock* de segurança, existem dois modelos estocásticos base:

- *Modelo de revisão contínua;*
- *Modelo de revisão periódica.*

Modelo da Revisão Contínua

Este modelo define-se de revisão contínua devido à monitorização constante dos níveis de *stock* existentes ao longo das variações aleatórias da procura e da oferta. O que varia neste modelo em relação ao modelo determinístico da quantidade económica de encomenda é a existência de um *stock* de segurança nos cálculos.

Tal como atrás referido, o modelo denomina-se de revisão contínua por implicar uma monitorização constante, pois quando se atinge o ponto de encomenda, implica realizar uma encomenda de quantidade (fixa) pré-definida ao fornecedor, para repor o nível de *stock* pré-definido. Contudo o tempo entre encomendas é variável de encomenda para encomenda, devido ao tempo de resposta variável do fornecedor e da procura no período entre as mesmas.

Na figura 8 é possível verificar um exemplo do comportamento do modelo de revisão contínua, onde se pode analisar o ponto de encomenda, o *stock* de segurança, o prazo de entrega, o período entre encomendas e a quantidade a encomendar, tendo sempre em atenção a quantidade de um artigo em stock ao longo do tempo.

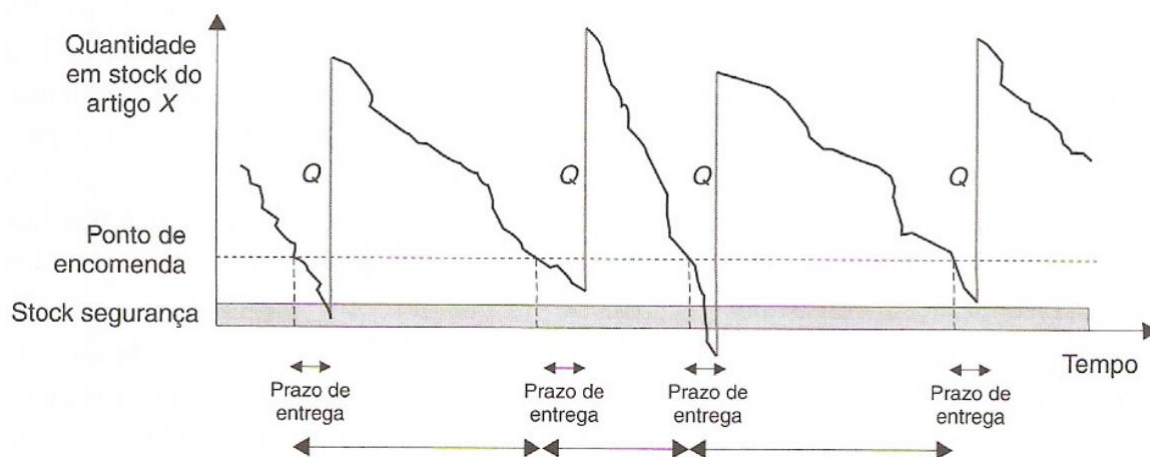


Figura 8 - Representação gráfica do funcionamento do modelo de revisão contínua

Fonte: Adaptado de (Carvalho, et al., 2017)

No caso de existir uma procura superior ao ponto de encomenda, durante o processo de entrega por parte do fornecedor irá ocorrer uma rutura de *stock*, o que significa que é necessário identificar qual o tipo de distribuição estatística que a procura segue, assim como os parâmetros que a ela estão associados.

Suponha-se agora que o modelo de revisão contínua tem um prazo de entrega definido por parte do fornecedor sem existir variações e que, nesse prazo, a procura se aproxima de uma distribuição estatística Normal, então define-se:

X – Procura durante o prazo de entrega

$X \sim \text{Distribuição normal } (\mu, \sigma)$

Neste caso, só existirá uma rutura de *stock* caso a procura durante o prazo de entrega pelo fornecedor seja superior ao ponto de encomenda pré-definido, (equação 17):

$$P[X > R] = \alpha \quad (17)$$

- X - Procura durante o prazo de entrega (unidades);
- R - Ponto de encomenda (unidades)
- α - Probabilidade de rutura (%)

Como já foi mencionado atrás, o somatório do nível de serviço e a probabilidade de rutura tem de ser igual a 1 (um) e, por consequência, o nível de serviço, (equação 18).

$$P[X \leq R] = 1 - \alpha \Leftrightarrow (1 - \alpha) = \text{Nível de serviço} \quad (18)$$

A partir da figura 9 pode perceber-se que quanto maior for o nível de serviço desejado menor será a probabilidade de rutura de *stock*.

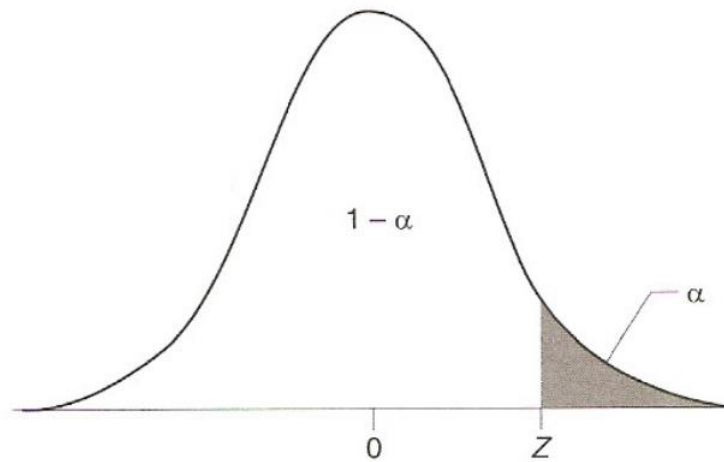


Figura 9 - Representação gráfica da Distribuição Normal Padrão

Fonte: Adaptado de (Carvalho, et al., 2017)

Desta forma, consegue-se definir qual o ponto de encomenda, (equação 19), que se deve pré-definir para determinado nível de serviço, que corresponde à procura média durante o prazo de entrega de um determinado fornecedor, sendo que, por segurança e para que não exista rutura, acresce o *stock* de segurança, (equação 20); este resulta do produto do fator de segurança z com o desvio-padrão da procura durante o prazo de entrega, (equação 21), para que seja possível absorver as variações associadas à procura durante esse período de tempo. O ponto de encomenda calcula-se da seguinte forma:

$$\begin{aligned} P[X \leq R] = 1 - \alpha &\Leftrightarrow P\left[\frac{X - \mu}{\sigma} \leq \frac{R - \mu}{\sigma}\right] = 1 - \alpha \Leftrightarrow \\ &\Leftrightarrow P\left[z \leq \frac{R - \mu}{\sigma}\right] = 1 - \alpha \Leftrightarrow \\ &\Leftrightarrow \phi(z) = 1 - \alpha \end{aligned}$$

$$z = \frac{R - \mu}{\sigma} \Leftrightarrow R = \mu + z \times \sigma \quad (19)$$

Sendo que:

$$\text{Stock de Segurança (ss)} = z \times \sigma \quad (20)$$

$$\sigma = \sqrt{\bar{L} \times \sigma_d^2 + \bar{d}^2 \times \sigma_L^2} \quad (21)$$

- σ - Desvio-Padrão da procura durante o prazo de entrega (unidades)
- \bar{L} - Prazo médio de entrega (tempo)
- \bar{d} - Procura média (unidades)
- σ_d - Desvio-Padrão da procura (unidades)
- σ_L - Desvio-Padrão do prazo de entrega (tempo)

A partir da figura 10, é possível verificar-se que, tanto com o aumento da variabilidade da procura durante o prazo de entrega para um determinado nível de serviço ou com o aumento do nível de serviço com uma determinada variabilidade da procura durante o prazo de entrega, o *stock* de segurança tem de aumentar tanto quanto o necessário para que não ocorra rutura de *stock*.

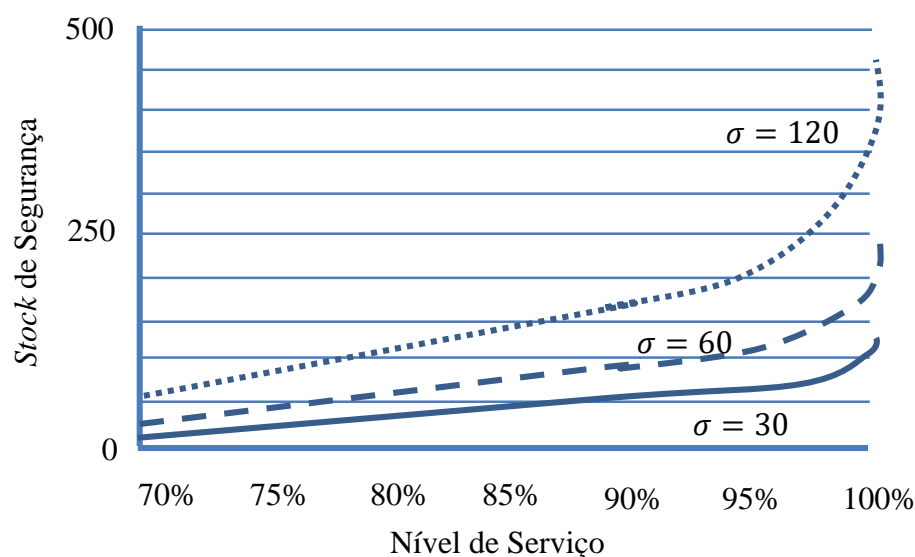


Figura 10 - Variação do *stock* de segurança em função do nível de serviço e da variabilidade da procura durante o prazo de entrega

Fonte: Adaptado de (Carvalho, et al., 2017)

Na tabela 5 verifica-se que, quanto maior for o nível de serviço, menor será a probabilidade de rutura e, por essa razão, maior será o fator de segurança (z).

Tabela 5 - Variação do fator de segurança (z) em função do nível de serviço e da probabilidade de rutura

Fonte: Adaptado de (Carvalho, et al., 2017)

Nível de Serviço	70%	80%	90%	95%	99%	99.9%	99.99%
Probabilidade de rutura	30%	20%	10%	5%	1%	0.1%	0.01%
Fator de Segurança (z)	0.52	0.84	1.28	1.64	2.33	3.09	3.72

Neste momento existem condições para afirmar que se houver incertezas, tanto na procura como na oferta, o *stock* de segurança vai aumentar consideravelmente, comparando com o *stock* de segurança no caso de haver apenas incertezas no que concerne à procura. Posto isto, é crucial diminuir, ou até mesmo eliminar, a variabilidade do lado da oferta, sendo que se deve tentar fixar o prazo da entrega no momento da seleção de fornecedor, na fase de *procurement*.

Após definir qual o ponto de encomenda e qual o *stock* de segurança para que o nível de serviço seja o desejado, tem-se de determinar a quantidade a encomendar em cada encomenda. Neste modelo, assim como no modelo da quantidade económica de encomenda, a quantidade que se irá encomendar é fixa, de modo a que se minimize o custo total de aprovisionamento.

Como exista a possibilidade de ocorrer uma rutura de *stock*, o custo total de aprovisionamento tem de incluir os custos associados a uma possível rutura, o que, por vezes, se torna difícil de calcular. Estes custos correspondem a uma penalização para a empresa que fornece o serviço, devido ao facto de não ser capaz de fornecer ao cliente um artigo na quantidade desejada, ou no período de tempo definido.

O custo de rutura, dependendo do cliente, pode corresponder apenas ao lucro que não foi obtido pelo serviço não prestado, ou à perda de um cliente e das vendas futuras que esse cliente podia encomendar e que, devido a uma rutura, já não irá realizar.

Segundo (Carvalho, et al., 2017), “o Custo Total de Aprovisionamento (CTA) corresponde ao somatório do custo de aquisição anual com o custo de encomenda anual com o custo de posse do *stock* anual e com o custo de rutura”, como se verifica pela ordem indicada na equação 22.

$$CTA = \bar{D} \times c + \frac{\bar{D}}{Q} \times S + \left(\frac{Q}{2} + ss\right) \times H + K \times \bar{\eta}(R) \times \frac{\bar{D}}{Q} \quad (22)$$

- \bar{D} - Taxa média de procura (unidades/ano)
- Q - Quantidade a encomendar (unidades)
- S - Custo de encomenda unitário (€/encomenda)
- ss - *Stock* de segurança (unidades)
- i - Taxa de posse de *stock* (% / ano)
- c - Custo de aquisição unitário (€/unidade)
- H - Custo de posse de *stock* unitário ($H = i \times c$) (€/unidade/ano)
- K - Custo de rutura por unidade em falta (€/unidade em falta)
- $\bar{\eta}(R)$ - Quantidade média em falta por ciclo de encomenda em função do ponto de encomenda (unidades)
- CTA - Custo total de aprovisionamento (€/ano)

Para o cálculo do custo de posse do *stock* anual tem de ter-se em consideração que, em relação ao modelo da quantidade económica de encomenda, é preciso considerar também o *stock* de segurança, o que significa que o *stock* médio será calculado pela equação 23.

$$\frac{Q}{2} + SS \quad (23)$$

Considerando que a procura, durante o prazo de entrega, segue uma distribuição Normal, a quantidade em falta por ciclo de encomenda é dada pela equação 24.

$$\bar{\eta}(R) = \sigma \times \xi(z) \quad (24)$$

- $\xi(z)$ - Função de perdas da distribuição normal
- σ - Desvio-Padrão da procura durante o prazo de entrega

A rutura só se verifica quando a procura for superior ao ponto de encomenda durante um prazo de entrega de um determinado ciclo, ou seja, quando $X > R$, sendo que a quantidade em falta será igual a $X - R$.

Devido ao risco de ocorrer uma rutura de *stock* é necessário verificar para que quantidade de encomenda o custo total de aprovisionamento é menor; para isso tem de efetuar-se a derivada da função *CTA* em ordem a Q e igualando a mesma a zero. Como resultado obtém-se a equação 25 que define a quantidade ótima a encomendar para um nível de serviço ótimo, (equação 26).

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \times \bar{D} \times (S + K \times \bar{\eta}(R)^*)}{H}} \quad (25)$$

$$\alpha^* = \frac{H \times Q^*}{K \times \bar{D}} \quad (26)$$

Visto que ambas as equações estão interligadas entre si, quer a referente à quantidade ótima de encomenda quer a do nível de serviço ótimo, deve realizar-se um processo iterativo, como está representado na figura 11, até se encontrar os pontos ótimos para ambas as situações.

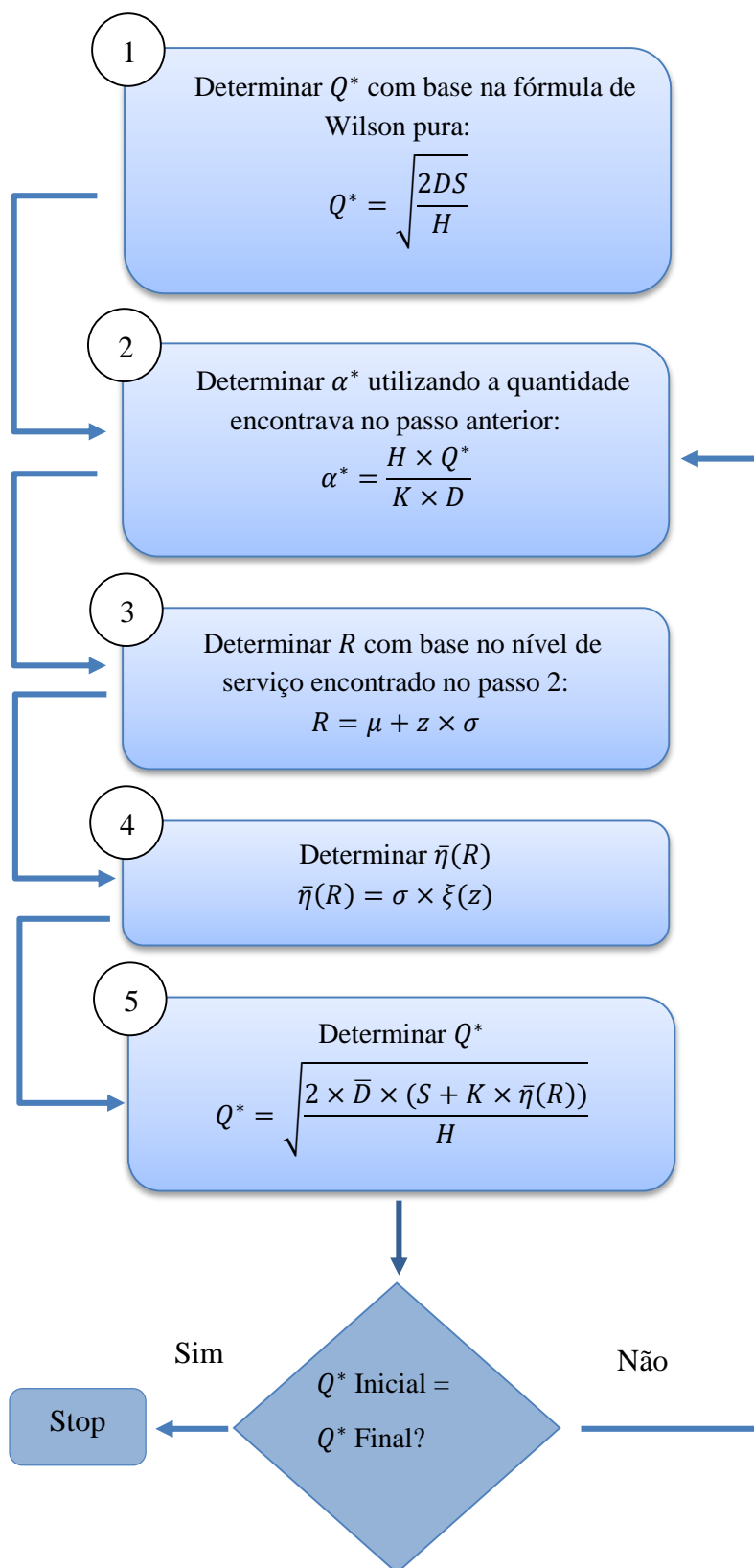


Figura 11 - Procedimento iterativo para determinar a quantidade e a probabilidade de rotura ótimas

Fonte: Adaptado de (Carvalho, et al., 2017)

O que resta para que este modelo esteja completo é saber quando encomendar, tal como já foi referido ao longo da descrição do modelo e, como acontece no modelo da quantidade económica de encomenda, esta deve ser realizada quando o nível de *stock* atinge o ponto de encomenda, não esquecendo que existe também o *stock* de segurança para absorver eventuais variações da procura durante o prazo de entrega, que sejam inesperadas.

Concluindo, o período entre encomendas irá ser variável, consoante a maior ou a menor procura que ocorra por parte dos clientes; por consequência, o período médio entre encomendas será igual à razão entre a quantidade de encomenda e a procura média para determinado artigo/serviço.

Modelo da Revisão Periódica

Como o nome indica, neste modelo existe uma periodicidade entre encomendas fixa, que é pré-definida entre a empresa e o fornecedor, que pode ser, semanal, quinzenal, trimestral, entre outros períodos de tempo.

O modelo designa-se por revisão periódica, porque os níveis de *stock* apenas são revistos periodicamente, e não constantemente, como o que acontecia no modelo anterior, ou seja, no dia estipulado é colocada uma encomenda ao fornecedor, na qual a quantidade a encomendar irá corresponder à diferença entre o *stock* existente e o *stock* alvo, que corresponde ao *stock* necessário para o próximo período entre encomendas; pode visualizar-se o funcionamento deste modelo na figura 12.

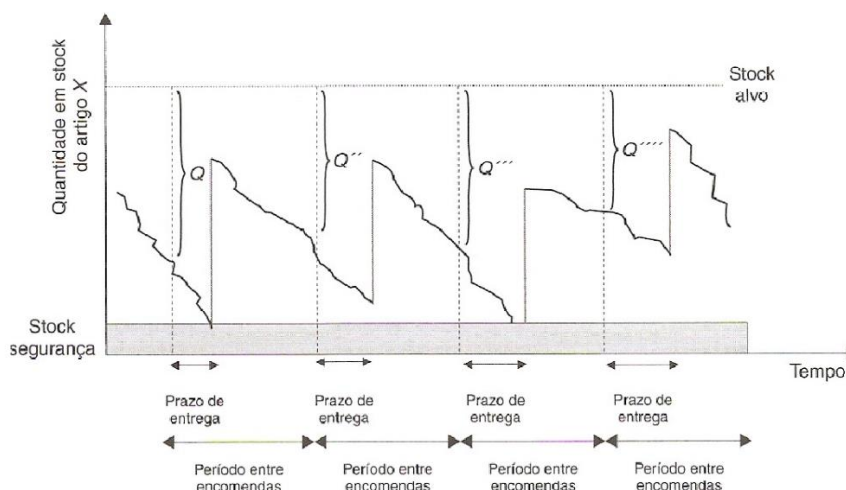


Figura 12 - Funcionamento do modelo de revisão periódica

Fonte: Adaptado de (Carvalho, et al., 2017)

Como se verifica na figura 12, o período entre encomendas é fixo, enquanto a quantidade a encomendar é variável de ciclo para ciclo, pois ela depende do ritmo de procura durante o período entre encomendas; para ultrapassar essa variabilidade, tanto na procura como no prazo de entrega, que também é aleatório, existe a necessidade de criar o *stock* de segurança.

A fim de definir o *stock* de segurança é preciso conhecer a probabilidade de rutura e qual o nível de serviço que se pretende prestar; neste modelo só existe rutura se a procura durante o período entre encomendas, mais o prazo de entrega, for superior ao *stock* alvo pré-definido, que, em nomenclatura matemática se representa através da equação 27.

$$P[X > T] = \alpha \quad (27)$$

- X - Procura durante o prazo de entrega + o período entre encomendas (unidades)
- T - *Stock* alvo (unidades)
- α - Probabilidade de rutura (%)

Desta forma, o nível de serviço será igual à probabilidade da procura durante o período entre encomendas mais o prazo de entrega ser igual ou inferior ao *stock* alvo pré-definido, que se representa pela equação 28.

$$P[X \leq T] = 1 - \alpha \quad (28)$$

- $1 - \alpha$ - Nível de serviço (%)

Suponha-se agora que o modelo de revisão periódica tem uma procura bem definida durante o período entre encomendas, e que o prazo de entrega segue uma distribuição estatística Normal; então define-se:

X – Procura durante o período entre encomendas + prazo de entrega

$X \sim \text{Distribuição normal } (\mu_{P+L}, \sigma_{P+L})$

Desta forma, consegue-se definir qual o *stock* alvo (equação 29), que se deve pré-definir para determinado nível de serviço, que corresponde à *procura média durante o período entre encomendas + prazo de entrega*, sendo que, por segurança, e para que não exista rutura, acresce o *stock* de segurança (equação 30); este resulta do produto do *fator de segurança* z com o desvio-

padrão da procura durante o período entre encomendas + prazo de entrega (equação 31), para que seja possível absorver as variações. O *stock* alvo calcula-se da seguinte forma:

$$\begin{aligned} P[X \leq T] = 1 - \alpha &\Leftrightarrow P\left[\frac{X - \mu}{\sigma} \leq \frac{T - \mu}{\sigma}\right] = 1 - \alpha \Leftrightarrow \\ &\Leftrightarrow P\left[z \leq \frac{T - \mu}{\sigma}\right] = 1 - \alpha \Leftrightarrow \\ &\Leftrightarrow \phi(z) = 1 - \alpha \end{aligned}$$

$$z = \frac{T - \mu}{\sigma} \Leftrightarrow T = \mu + z \times \sigma \quad (29)$$

Sendo que:

$$\text{Stock de Segurança (ss)} = z \times \sigma_{P+L} \quad (30)$$

$$\sigma_{P+L} = \sqrt{(P + \bar{L}) \times \sigma_d^2 + \bar{d}^2 \times \sigma_L^2} \quad (31)$$

- σ_{P+L} - Desvio-Padrão da procura durante o período entre encomendas + o prazo de entrega (unidades)
- P - Período entre encomendas (tempo)
- \bar{L} - Prazo médio de entrega (tempo)
- L - Prazo de entrega (tempo)
- \bar{d} - Procura média (unidades)
- σ_d - Desvio-Padrão da procura (unidades)
- σ_L - Desvio-Padrão do prazo de entrega (tempo)

No que concerne à quantidade a encomendar, como explicitado aquando da descrição deste modelo, a quantidade será tanto maior quanto for a diferença entre o *stock* existente e o *stock* alvo, variando de ciclo para ciclo, para um determinado nível de serviço; desta forma, a partir da equação 32 calcula-se a quantidade a encomendar:

$$Q = T - \text{Stock Disponível} \quad (32)$$

- Q - Quantidade a encomendar (unidades)
- T - *Stock* alvo (unidades)
- *Stock* disponível - Representa o *stock* em armazém e encomendas em trânsito (unidades)

Neste modelo não existe uma quantidade fixa a encomendar, como se verifica na figura 12; desta maneira, para determinar o custo total de aprovisionamento, é fundamental determinar uma quantidade de encomendas média, o que representa a procura média durante o período entre encomendas, $(\bar{d} \times P)$; assim, a fórmula para o cálculo do custo total de aprovisionamento é dada pela equação 33:

$$CTA = \bar{D} \times c + \frac{\bar{D}}{\bar{d} \times P} \times S + \left(\frac{\bar{d} \times P}{2} + ss \right) \times H \quad (33)$$

No que concerne à definição do momento de lançamento de encomenda é determinado, *a priori*, entre a empresa e o fornecedor, caso a empresa tenha a oportunidade de escolher qual a periodicidade das encomendas, que esta deve ser tanto mais próxima quanto possível do período económico entre encomendas, calculado através do modelo determinístico, pois este é o período para o qual é minimizado o custo total de aprovisionamento.

4.6. Análise ABC

O objetivo da gestão de *stocks* é tomar decisões sobre o nível apropriado de *stock*. Na prática, os artigos não podem ser todos geridos com a mesma relevância. O sistema de classificação e análise de *stock* mais utilizado é o sistema de classificação ABC, (Almeida, Silva, & Souza, 2015).

Numa empresa, existem vários artigos, onde cada um tem um determinado valor para a empresa; através deste pressuposto de diferenciação, por grau de importância, surgiu a análise ABC; este método permite classificar três conjuntos de artigos e geri-los de um modo diferente, sendo que os artigos que pertençam à classe A são os mais relevantes, à classe C os menos relevantes e, por fim, a classe B que tem um grau de importância intermédio, (Rodrigues, 2010).

O critério para determinar a relevância de cada artigo varia de sector para sector e de empresa para empresa, pois empresas no mesmo sector podem ter recursos diferentes, o que origina competitividade entre elas. Assim como os modelos de gestão de *stock* analisados anteriormente, este modelo tem um papel complementar de análise, tendo como objetivo a minimização dos custos de aprovisionamento para um nível de serviço bem definido.

Segundo Almeida *et al.* (2015), Vilfredo Pareto, em 1897, realizou um estudo a respeito da distribuição da renda entre a população, apurando a existência sobre a concentração de riqueza numa pequena parte da população, que rondava os 80% a 90%, sob o domínio de um pequeno grupo de pessoas. A partir dos dados da pesquisa realizada desenhou um gráfico, chamado Diagrama de Pareto, que mostrava que 80% das consequências advêm de 20% das causas, o qual possibilitou o surgimento da curva ABC, representada na figura 13.

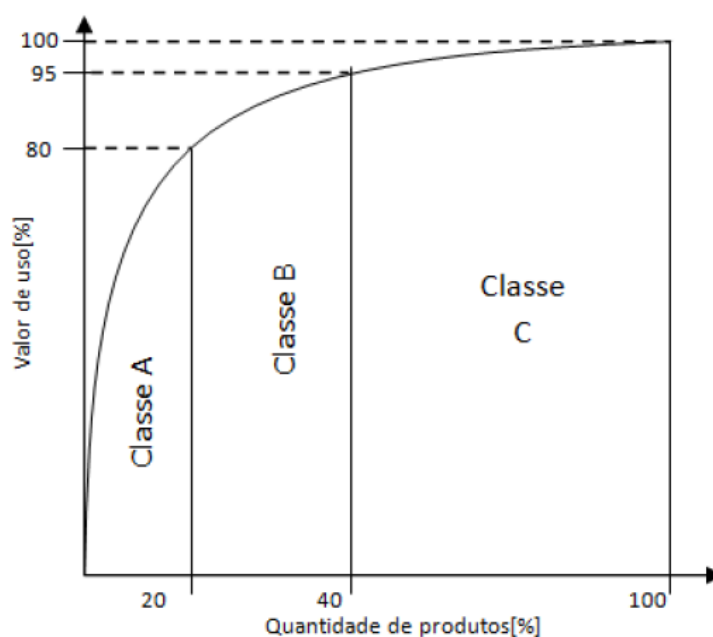


Figura 13 - Curva ABC

Fonte: Adaptado de (Rodrigues, 2010)

A análise ABC torna-se um importante instrumento que permite identificar quais os artigos que merecem ter mais atenção e tratamento no seu aprovisionamento. Assim, a classificação ABC pode ser implementada de diversas formas, como, tempo de reposição e valor de procura em oposição à oferta; no entanto, a que predomina atualmente é a classificação por valor de procura.

A classe A corresponde à classe de peças de reserva de maior valor, que exige maior esforço e atenção pela gestão, em que cerca de 15-20% correspondem a 75-80% do valor anual total. No que diz respeito à despesa, estes produtos são os mais sensíveis e, por isso, os mais importantes para a empresa; por esta razão, são estes os produtos que precisam de controlo mais frequente.

A classe B corresponde à classe de valor médio, onde, cerca de 30-40% dos produtos correspondem a, aproximadamente 15% do valor anual total; estes produtos requerem uma análise normal, ou seja, devem ser revistos ou analisados três a quatro vezes por ano.

Por último, a classe C, a menos valorizada e com menor importância, em que cerca de 40-50% dos produtos são responsáveis apenas por 5-10% do valor anual total. Usualmente, são produtos

baratos ou de baixa rotatividade e, por esta razão, pode ser feita uma análise mais tolerante a falhas, sendo feita, normalmente, uma revisão por ano para estes produtos.

Para desenvolver uma análise ABC, com base na faturação anual, é necessário efetuar os seguintes passos (nunca esquecendo que esta análise deve ser realizada com dados de um período correspondente a um ano), (Carvalho, et al., 2017):

1. Calcular a faturação anual, realizando o produto do preço médio pela quantidade procurada e efetuar a respetiva ordenação decrescente da lista da faturação anual;
2. Calcular as percentagens acumuladas, em primeiro lugar segundo a faturação e, em segundo lugar, do número de itens;
3. Determinação do limite das classes - esta definição não é imediata, sendo necessário uma análise do gestor, pois não existe uma correspondência entre a percentagem acumulada da faturação anual e da percentagem acumulada de itens, seguindo a metodologia de Pareto.

4.7. Codificação de Artigos

Nesta seção é analisada o tipo de codificação mais indicada para implementar na empresa, pois existe a necessidade de codificar todas as peças-de-reserva; para tal, serão abordadas algumas das nomenclaturas atualmente existentes e, posteriormente, será escolhida a que mais benefícios trazer para a empresa.

A introdução de uma codificação de artigos, que seja composta por numa nomenclatura de fácil assimilação e intuitiva, irá diminuir a probabilidade de ocorrência de erro, ajudando no sistema de controlo de inventário, desde que todos os participantes, sejam eles outros departamentos da empresa, clientes ou fornecedores, procurem a utilização de uma linguagem comum, traduzindo-se em assertividade e otimização de tempo, o que diminuirá os custos associados aos *stocks*.

Sendo a classificação de artigos uma ferramenta fundamental na comunicação dentro e fora das empresas, a tecnologia assume um papel preponderante, pois novas tecnologias permitem a implementação de novos procedimentos que reduzem os esforços e erros por parte dos colaboradores. A identificação de um artigo encontra-se presente em qualquer que seja o processo dentro de uma organização; desta forma torna-se imprescindível o estudo da nomenclatura a ser usada até à criação da classificação de cada artigo.

4.7.1. Definição de Nomenclatura

Em (Alves, 2014), Zermati (1990) define nomenclatura como uma lista ordenada em que cada artigo tem uma designação completa e precisa, possibilitando a classificação em diferentes tipos de artigos distintos, em tipos de artigos semelhantes ou com o mesmo âmbito. Enquanto para

Reis (2005), “a nomenclatura é formada por um conjunto de termos que define com precisão os artigos, convenientemente registados e ordenados segundo critérios adequados. Sendo, por sua vez, constituída pela codificação e designação” e, por fim, para Moura (2006), a classificação, a partir de códigos de barras, representa uma forma de comunicação bidirecional, o que permite a transferência de informação entre diversas organizações, quer sejam estas nacionais ou internacionais.

Segundo (Serrão, 2015), um sistema de codificação “deve ser rigoroso, flexível e homogêneo na quantidade de caracteres na sua composição. Cada artigo deve apresentar um único código e esse código, por sua vez, deve ser único. A codificação deve ser definida de modo a que as diferentes variantes de um produto sejam de identificação fácil, devendo permitir diferenciar a classe/grupo/função a que o produto pertence. O sistema de codificação também deve permitir, de uma forma fácil, introduzir um novo artigo, uma nova classe ou família, sem destruir a lógica de codificação de todos os outros artigos”.

Desta forma, pode-se afirmar que uma nomenclatura permite a pesquisa de artigos de um modo rápido e seguro, de forma inequívoca, sendo que os produtos passam a estar definidos para que seja possível serem identificados facilmente. A estruturação da nomenclatura não deverá ser concebida apenas para uma determinada parte da empresa, para um departamento da organização; deve sim, ter uma abrangência total, com a finalidade de reduzir a probabilidade de erros, elevando os resultados económicos e melhorando exponencialmente a comunicação intraempresas e interempresas.

4.7.2. Tipos de Codificação de Artigos

A codificação de artigos é um dos processos que segue à classificação dos mesmos, que como referido, se baseia na definição de um código representativo ao produto, proporcionando a identificação do artigo e suas características.

Consoante a aplicação, a codificação de artigos pode dividir-se em diversas formas; no entanto, serão apresentadas aquelas que são mais utilizadas pelas organizações. É fundamental conhecê-las para que se possa apostar naquela que se adequa mais à estrutura e necessidades do tipo de negócio de cada empresa, (Silveira, 2017).

De seguida, serão apresentados alguns dos tipos de codificação que existem nas indústrias, começando por apresentar um dos sistemas mais antigos, o sistema decimal e o alfanumérico e, depois, os mais atuais, o código de barras, o código QR e o RFID.

Sistema decimal

O sistema decimal, também denominado por codificação numérica, é um dos modelos de codificação mais utilizados, devido ao facto de ser bastante simples; este baseia-se no uso de algarismos para uma ordenação sequencial dos produtos. Como se pode verificar na figura 14, este tipo de codificação é feito repartindo o código, especificando a que grupo e subgrupo

pertence determinado artigo. Posto isto, a codificação numérica fica dividida em grupo, subgrupo, número sequencial e algarismo de controlo.

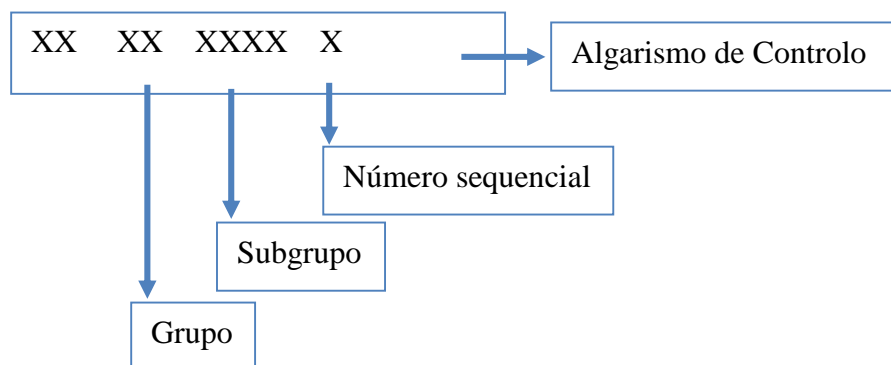


Figura 14 - Representação do Sistema Decimal

Alfabética e alfanumérica

A codificação alfabética é uma codificação que faz uso apenas das letras do alfabeto para identificar artigos; segundo Silveira (2017), este tipo foi bastante utilizado na codificação de livros. Quanto à alfanumérica, esta permite um maior número de combinações em relação à alfabética visto que pode ser utilizado tanto com letras do alfabeto como com algarismos, e que, no dia-a-dia, pode ser notado, bastando olhar para a matrícula de um carro, que não é nada mais, nada menos, que uma codificação alfanumérica.

Uma das vantagens deste tipo de codificação é a inexistência de uma regra para a sua construção, o que possibilita uma enorme flexibilidade para as empresas empregarem esta metodologia, da forma que mais lhes convém, conforme as necessidades do negócio.

Código de barras

O código de barras, de um modo geral, é uma marcação gráfica que consiste na combinação de caracteres binários, representados por barras verticais, umas mais largas e outras mais estreitas, alternadas por espaços; este tipo de código é lido digitalmente. Estes códigos são gerados de uma forma aleatória por um sistema que transfere a informação sobre o produto para o código de barras.

Em Portugal, o código mais comum é composto por 13 dígitos e atribuído pela GS1, entidade formada por 108 organizações que operam em mais de 150 países. Cada país tem o seu prefixo, sendo o de Portugal o 560; no entanto, isto não significa que, se o código de barras se iniciar por 560, esse produto seja nacional - pode ser de uma empresa que produza no estrangeiro, mas que tem sede em Portugal.

A GS1 Portugal (Codipor - Associação Portuguesa de Identificação e Codificação de Produtos) tem as seguintes simbologias de códigos de barras, (GS1 Portugal, s.d.):

- GS1 GTIN-8 (EAN-8) – Identifica unidades de consumo de dimensões reduzidas. É atribuído exclusivamente pela GS1 Portugal e processado pelos pontos de venda das lojas;
- GS1 GTIN-13 (EAN-13) – Serve para identificar unidades de consumo e é atribuído pelo detentor do Código de Empresa Portuguesa (CEP). É processado pelos pontos de venda das lojas;
- GS1 GTIN-14 (ITF-14) – Identifica unidades de expedição de forma a facilitar processos de gestão de armazém, tais como inventário, manipulação e preparação de pedidos. É atribuído pelo detentor do CEP e não se destina a ser processado pelos pontos de venda das lojas;
- GS1-128 (EAN/UCC-128) – Serve para identificar itens comerciais que não se destinem a ser processados nos pontos de venda das lojas, nomeadamente, unidades de transporte ou logísticas. É atribuído pelo detentor do CEP;

A leitura do código de barras é efetuada a partir de leitores que emitem um raio infravermelho que incide sobre todas as barras, sendo que as barras escuras absorvem a luz e as claras refletem o raio para o leitor. Desta forma, os dados são lidos e, posteriormente processados por *software* que, por sua vez, os convertem em informação para o utilizador em letras e números;

A utilização deste tipo de codificação está totalmente difundida por todos os mercados, desde a indústria, ao comércio e serviços;

Na figura 15 é demonstrada a estruturação de um código de barras nacional, a fim de perceber a que corresponde cada dígito, contido num código de barras.

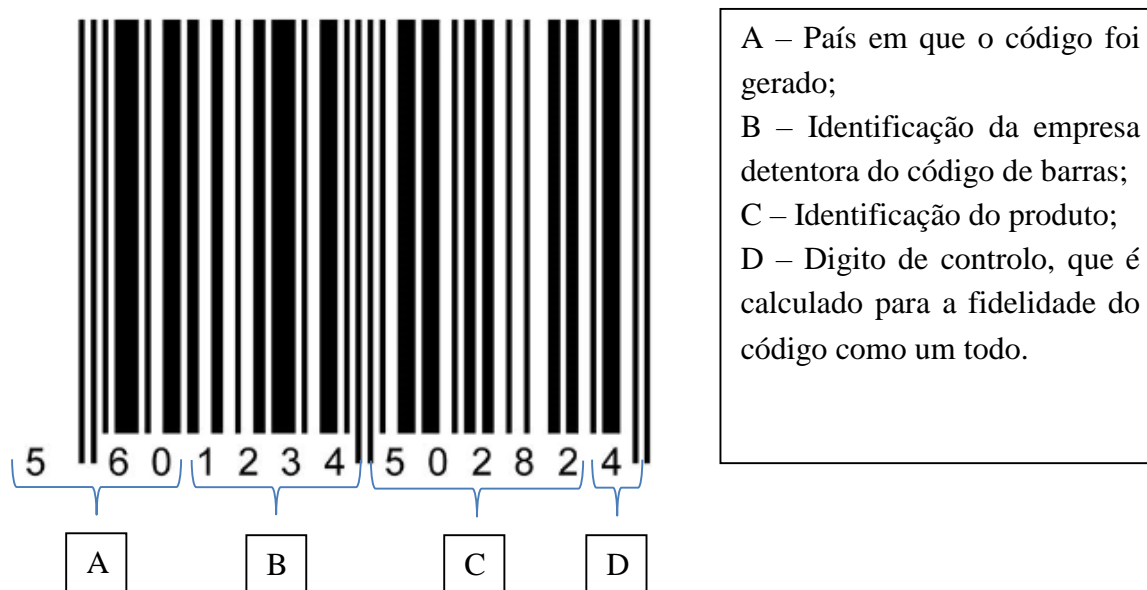


Figura 15 - Estrutura de código de barras

Código QR

O Código QR é um código de barras bidimensional, pois pode conter informação, tanto no sentido vertical como na horizontal, que pode ser lido facilmente usando a maioria dos telemóveis equipados com câmara. Esse código, assim como o código de barras é, posteriormente, convertido em informação facilmente lida por uma pessoa;

Ao contrário do tradicional código de barras que permite ter um máximo de 20 dígitos, um código QR pode armazenar até 7089 caracteres, sendo que podem ser combinados num símbolo de grande porte ou então dividido até 16 símbolos, (No Seqret, 2018);

Este tipo de código foi inicialmente implementado para catalogar as peças utilizadas na produção de viaturas; contudo, nos dias de hoje, está totalmente difundido por todos os mercados, sendo muito utilizado em campanhas de marketing, visto que com o avanço da tecnologia é extremamente simples descodificar esses mesmos códigos com uma aplicação móvel a qualquer momento. Na figura 16 está representado o código QR do logótipo do ISEC.



Figura 16 - Código QR referente ao logótipo do ISEC

RFID

O RFID, identificação por Rádio Frequência, é uma tecnologia relativamente recente e inovadora, que permite a identificação de qualquer objeto e que, num futuro próximo, poderá substituir algumas das tecnologias utilizadas em todos os mercados;

Este tipo de codificação baseia-se na existência de um *microchip*, denominado como TAG, etiqueta inteligente, que possui um número binário gravado na sua memória; este *microchip* recebe ondas rádio que são transmitidas por leitores RFID;

A utilização desta tecnologia permite agrupar grandes quantidades de informação, tendo a capacidade de distinguir artigos um do outro, funcionando como um bilhete de identidade que é único para cada artigo;

Uma das grandes vantagens desta tecnologia é a capacidade de ter um controlo massivo e a automatização operacional, visto que todo o fluxo de informação é fidedigno e atualizado em tempo real, o que permite o aumento da qualidade e do rastreamento dos produtos em todas as operações. Para que tal seja possível é muito importante a correta classificação dos artigos para que as etiquetas RFID correspondam com exatidão às mercadorias em trânsito;

Outra vantagem é não ser necessário um campo visual direto com a etiqueta, pois permite a leitura à distância e em massa, ou seja, é possível a leitura ser efetuada em grandes volumes, reduzindo o tempo, e aumentando a produtividade;

Contudo, este tipo de codificação acarreta grandes custos de implementação, o que se torna numa grande desvantagem, para algumas empresas, em que o investimento pode não compensar, daí o RFID não dominar, por completo, o mercado atual.

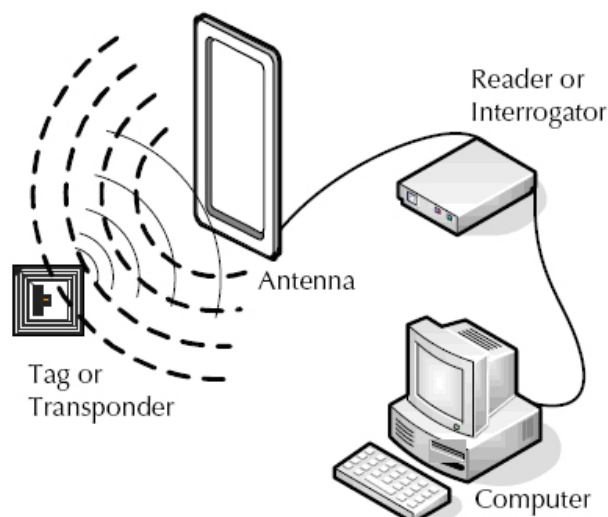


Figura 17 - Funcionamento geral do RFID

Fonte: Retirado de (Aranha, 2015)

4.8. Sistema de Informação

Atualmente, tem-se presenciado constantes fugas de informação, quer a nível empresarial quer a nível pessoal e, por esses factos, cada vez mais se revela o valor do seu contributo para as empresas, pois toda a informação que consta na sua base de dados corresponde a pequenos contributos para o seu desenvolvimento e capacidade de se diferenciar de todas as outras, tornando-se competitiva ou até inovadora.

Deste modo, a informação assume um papel estratégico no seio das empresas, permitindo que os sistemas de informação recolham, interajam e distribuam a informação com a finalidade de satisfazer uma necessidade concreta.

Na empresa em estudo, o sistema de informação utilizado é um ERP; posto isto, é necessário compreender em que se baseia este sistema, quais as suas vantagens e desvantagens e quais as funcionalidades a que a empresa tem acesso, visto ser um *software* modular e flexível, como será abordado.

4.8.1. O que é o ERP?

ERP (*Enterprise Resource Planing*) é, de uma forma geral, um *software* de gestão empresarial, que permite, de uma forma totalmente integrada, gerir vários processos distintos dentro de um negócio.

Explicando mais a fundo, utilizando as palavras de Carvalho (2017), o ERP é um *software* “modular que visa auxiliar a gestão integrada dos processos subjacentes aos diversos departamentos e áreas funcionais da empresa e, desta com os seus parceiros de negócio (clientes, fornecedores, prestadores de serviços, entre outros) ”.

A aplicação deste tipo de *software* permite que sejam eliminados os processos redundantes, as cargas administrativas e burocráticas, através a automatização de processos, possibilitando o controlo, desenvolvimento e gestão do negócio de uma forma integrada, em tempo real.

O ERP tem como principais características ser:

- Modular - permite que uma empresa apenas adquira os módulos extremamente necessários para o tipo de negócio em questão;
- Parametrizável – permite que uma organização defina os parâmetros da forma que mais lhe convier para o seu negócio, sem que seja necessária programação adicional;
- Integrado – O *software* tem no seu centro uma base de dados que permite a gravação de toda a informação proveniente dos vários departamentos;
- Partilhável – permite partilhar entre departamentos distintos a informação que a base de dados contém, garantindo a consistência da informação;
- Flexível – permite que as organizações alterem o sistema às variações da sua envolvente empresarial.

Um sistema ERP tem como principais vantagens, a melhoria da comunicação informacional interna, a diminuição de processos internos, eliminando todos os processos redundantes, a automatização de processos, que evita que ocorram erros, a diminuição dos *lead-times* de determinadas tarefas, a adaptação da empresa a variações de mercado ou de legislação, e a ajuda na tomada de decisões através de relatórios em tempo real do estado do negócio.

Como em tudo, também existem desvantagens, como o custo de implementação e de customização, a necessidade de intervenções de manutenção constantes à plataforma para que esta não fique obsoleta com o passar do tempo, a dependência do *software* para que se realizem tarefas básicas e que este sistema possa exigir mudanças na cultura interna da empresa.

5. Desenvolvimento do Projeto

A filosofia *Lean* baseia-se essencialmente na eliminação de desperdícios e na melhoria contínua da eficiência de processos; desta forma e para que seja possível identificar todos os desperdícios e melhorias que possam acontecer na gestão de peças de reserva e de ferramentas no departamento de manutenção da empresa Transportes Cascão e Manuela, Lda., procedeu-se a uma avaliação criteriosa, de modo a identificar quais as prioridades de implementação do 5S neste mesmo departamento, mas, primeiramente, realizou-se uma caracterização do mesmo.

O departamento em análise caracteriza-se por possuir uma oficina destinada à manutenção de viaturas próprias, o que significa que não está aberta ao público em geral.

Em termos do espaço dedicado à reparação das viaturas, este tem capacidade para quatro veículos pesados com reboque, deixando um corredor de dois metros entre cada veículo, por forma a movimentar, quer carros de ferramentas quer qualquer outro equipamento necessário à reparação de avarias. Uma das quatro linhas, destinadas à reparação de veículos, está equipada com uma fossa, onde é possível realizar as mudanças de óleo e filtros e vistoriar, de uma forma periódica, os componentes inferiores das viaturas como, por exemplo, fugas de óleo de motor, o estado dos sinoblocos da suspensão, entre outras verificações periódicas.

Para além deste espaço, a oficina possui um contentor marítimo de 12 metros de comprimento, por dois metros e trinta, quer de largura quer de altura, de apoio à mesma, que tem como função ser um armazém de peças de reserva e de ferramentas.

Possui ainda um espaço inferior destinado a um contentor marítimo, onde estão alocados equipamentos utilizados na oficina, como é o caso do compressor de ar e o seu reservatório de ar e ainda da máquina de lavar de alta pressão, bem como uma zona de gestão de resíduos provenientes das reparações realizadas, que se localiza ao lado da zona dos lubrificantes e, por fim, a zona dedicada à montagem e desmontagem de pneus.

5.1. Análise Inicial

Atualmente vive-se num mercado extremamente competitivo entre organizações e, como tal, qualquer empresa deve ter uma mente aberta a realizar mudanças, pois nada é eterno, e cada vez mais são implementadas novas técnicas e novas ferramentas, para que seja possível tornar a empresa mais produtiva e, desta forma, mais competitiva.

Depois de uma primeira análise de toda a informação recolhida pelo departamento e, como resultado dos contributos veiculados por alguns dos colaboradores da empresa, visto que as pessoas são um ponto-chave na implementação de uma metodologia *Lean*, surgiram variadas sugestões de melhoria, que serão expostas ao longo deste capítulo.

No que diz respeito à gestão de resíduos, devido à baixa importância que era dada por parte da empresa, a sua gestão era reduzida à separação entre óleo, filtros, materiais ferrosos e o resto dos resíduos, que eram todos colocados no mesmo recipiente. Desta forma, existia aqui uma

prioridade de melhoria, visto que a gestão de resíduos está associada à saúde pública e ambiental.

A partir da análise realizada chegou-se à conclusão de que os colaboradores destacados para a reparação de viaturas não faziam uso de EPI (Equipamentos de Proteção Individual); por um lado, devido à inexistência de alguns EPI, por outro pela falta de uma disciplina que tem como prioridade a segurança pessoal.

A empresa Transportes Cascão e Manuela, Lda. não utilizava nenhum sistema de apoio à gestão de *stocks*, sendo todas as encomendas feitas por parte do gestor da empresa; esta situação acarretava custos, pois os produtos eram adquiridos pela empatia que existia entre o gestor da empresa e o fornecedor, existindo sempre uma negociação. Para além desta situação, os produtos eram adquiridos em grandes quantidades de forma a conseguir-se desconto de quantidade, não tendo em conta as taxas de rotação do produto, devido ao facto da inexistência de indicadores.

Outra evidência que se retirou da análise foi de que todos os veículos pertencentes à frota da empresa são reparados e assistidos no seio da mesma, sendo a única exceção as viaturas que se encontrem com contrato de manutenção e reparação durante o período de garantia, fornecido pela marca das mesmas; deste modo, a gestão de peças de reserva teve de ser analisada pormenorizadamente para que não exista a falta de peças de reserva quando necessário.

Passando para a análise do armazém das peças de reserva e de ferramentas, este era organizado de uma forma desordenada e sem brio, pois existiam peças de reserva espalhadas pelas prateleiras e pelo chão, assim como ferramentas, e sem informação, o que tornava, por vezes, a passagem no corredor num labirinto.

O facto de não ser utilizado um sistema de inventário, implica que a empresa detém em seu poder alguns produtos que se tornaram obsoletos com o passar do tempo tendo, desta forma, capital investido em peças de reserva que já não irá utilizar e para as quais não existe procura de mercado.

5.2. ERP Utilizado pela Empresa

A empresa decidiu investir num *software* ERP, devido à falta de capacidade em administrar todos os processos inerentes ao negócio, o que, com a introdução deste sistema, segundo a administração, foi possível eliminar a redundância de processos, aumentar o controlo de todos os dados introduzidos na base de dados, diminuir os erros associados à transmissão de informação, diminuir as comunicações telefónicas, com a permissão do acesso a todos os colaboradores, tanto os colaboradores que operavam no escritório como os motoristas, permitir a automatização de tarefas, bem como a centralização das ações num único programa. Por fim, foi possível adquirir um ERP, que se encontra em permanente atualização e melhorias, quer a nível funcional quer com a introdução de novas ferramentas, sem que isso envolva custos adicionais.

O programa implementado pela empresa foi um *software* desenvolvido pela Logidados, que tem as seguintes funcionalidades: planeamento de transportes; tarifas completamente configuráveis; gestão da manutenção; transmissão de informação em diversos formatos a subcontratados, ou a parceiros devido à possibilidade de integração com os sistemas informáticos por *webservices*; gestão dos combustíveis; uma aplicação móvel que acede à base de dados do sistema central para os motoristas; análises de negócio parametrizáveis pelo utilizador (BI – Business Intelligence); controlo de custos; faturação automática e de *web tracking*, permitindo que todos os pedidos por parte dos clientes sejam rastreados desde o local de carga até ao local de descarga; entre outras funcionalidades.

A figura 18 mostra o ambiente de trabalho do sistema implementado na empresa, assim como, na barra superior, os módulos a que a empresa tem acesso e a razão pela qual o programa se torna bastante completo para a empresa em estudo.

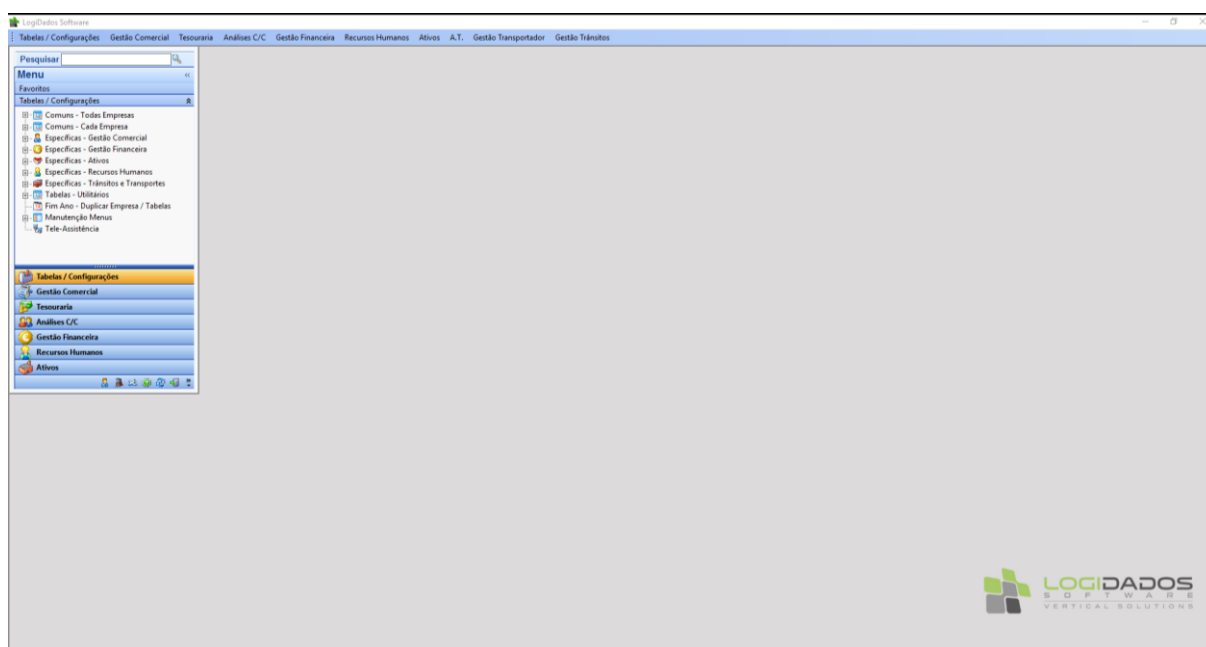


Figura 18 - Ambiente de trabalho do ERP na empresa Transportes Cascão e Manuela, Lda.

5.3. Gestão de Resíduos

O crescimento exponencial de população humana, que se tem vindo a verificar nas últimas décadas, tem conduzido a um aumento do consumo intensivo dos recursos, da produção de resíduos e consequentemente da degradação das condições ambientais; desta forma torna-se essencial que as empresas empreguem uma boa gestão de resíduos e que os encaminhem para o devido tratamento, visando a sua reciclagem e ou reutilização; aliás, vivemos na era da implementação da Economia Circular, visando a sustentabilidade do Planeta.

Para que esta gestão seja implementada de acordo com as normas vigentes, foi realizado um trabalho conjunto com a empresa responsável pela segurança e higiene no trabalho, tendo esta ajudado na definição dos diferentes tipos de resíduos provenientes da atividade em apreço.

Após análise das normas em vigor, decidiu-se diferenciar os resíduos nos seguintes tipos:

- Filtros usados;
- Filtros de ar;
- Materiais absorventes contaminados;
- Embalagens contaminadas;
- Aerossóis;
- Correias / tubos hidráulicos / Foles de suspensão;
- Pastilhas / discos de travão;
- Metais ferrosos;
- Lamas oleosas;
- Baterias;
- Resíduos Industriais banais;
- Óleo queimado.

Assim, passou-se a diferenciar os resíduos, em vez de em quatro tipos, passam a estar divididos em 12 tipos de resíduos, estando todos os depósitos devidamente identificados de forma inequívoca, para que todos os colaboradores cumpram com as normas.

Para além da implementação da nova gestão de resíduos, foi incutido em todos os colaboradores a política dos três R's, para que possam Reduzir a quantidade de resíduos, Reutilizem os materiais para diminuir a acumulação de resíduos e, por fim, Reciclem todos os produtos que não estejam contaminados e, no caso de alguns materiais, remeterem para a valorização dos mesmos, diminuindo o custo de gestão de resíduos.

5.4. Implementação dos 5S

Na fase de implementação dos 5S foi de elevada importância fazer a sua divisão em duas partes:

- i) A primeira no exterior;
- ii) A segunda no interior do armazém, visto que o aspeto exterior de um departamento de manutenção é o primeiro que os clientes sentem.

Desta forma, como existe uma presença semanal de clientes nos escritórios da empresa, os quais estão muito próximos do espaço de manutenção, torna-se inevitável que o cliente, fornecedor ou qualquer outra entidade, não verifiquem as condições da organização do espaço em questão. Posto isto, é necessário passar a todos os *stakeholders* um nível superior de qualidade do serviço, e de limpeza dos espaços.

Assim como a metodologia 5S ensina, começou-se pelo Senso de utilização, com o intuito de analisar o que realmente é necessário estar presente neste espaço, ou seja, tudo aquilo que é identificado como desperdício, deve ser descartado.

Durante esta fase, sessenta e quatro pneus foram reencaminhados para uma agência de recolha de pneus em fim de vida figura 19.



Figura 19 - Pneus reencaminhados para a organização de recolha de pneus

Face ao exposto, a empresa ficou com mais espaço disponível no parque da manutenção; no entanto, depois de retirar os pneus, foram identificados mais resíduos, tais como areia, calços e tecidos, como ilustra a figura 20, os quais foram tratados segundo as regras de gestão de resíduos.



Figura 20 - Resíduos encontrados após remoção de pneus

Depois disso, foram criadas diferentes zonas, ou seja, passou-se para o Senso de ordenação, uma para pneus novos, outra para pneus em fim de vida e, uma terceira, entre os pneus novos e os em fim de vida, composta por um tanque de anticongelante, lubrificantes de reserva e acessórios das estruturas dos camiões utilizados para a estiva do transporte de viaturas.

A armazenagem dos pneus é realizada em dois locais distintos, uma como referida acima é perto da zona de montagem e desmontagem de pneus, estando apenas um a dois pneus de cada tipo de pneu utilizado pela frota, e a armazenagem do resto dos pneus novos é feita noutras instalações da empresa, devido à falta de espaço coberto na oficina em estudo, para que os pneus não estejam sujeitos diretamente às condições climáticas, sendo o único tipo de material que se armazena em duas zonas distintas.

Para facilitar a triagem dos pneus usados para o reencaminhamento para empresas de recauchutagem devidamente certificadas para o efeito, são ordenados conforme o tipo e tamanho do pneu, estando empilhados por modelo.

De acordo com esta metodologia, foi realizado de igual forma para todo o espaço, melhorando a utilização do espaço, ordenando todos os materiais, organizando a secção de gestão de

resíduos e inculcando uma autodisciplina nos colaboradores, para que o espaço continuasse ao longo do tempo de um modo limpo e organizado.

Posteriormente, passou-se à zona estabelecida para os lubrificantes, passando estes a estar sujeitos a bacias de retenção, para que não existam derrames para o chão. Outra melhoria implementada nesta zona foi a montagem de um sistema de enroladores de mangueira, com a finalidade de diminuir tempos mortos e deslocações desnecessárias dos colaboradores no seu dia-dia, aumentando a produtividade diária.

Assim como nos lubrificantes, também foi introduzido um sistema de enroladores de mangueira na rede de ar comprimido fixados em pontos estratégicos, de modo a que fosse possível usufruir destes na maior área possível da oficina. Esta alteração permitiu que estivesse esticado o comprimento de mangueira estritamente necessário, pois, anteriormente, as mangueiras ficavam esticadas pelo chão e, como o comprimento era maior do que o necessário, estas entrelaçavam-se e impediam a passagem de equipamentos em certas zonas, para que estes não passassem por cima delas.

Depois de implementado o 5S na zona exterior da oficina, passou-se para a implementação do 5S no armazém das peças de reserva e de ferramentas e, da mesma forma que na zona exterior, iniciou-se a implementação pelo Senso de utilização, colocando de parte todos os materiais que se identificaram como obsoletos, para mais tarde se verificar se existia alguém no mercado para quem estes materiais ainda tivessem valor.

Como uma das ideias de futuro desta empresa é abrir a oficina ao público, todos os materiais que se encontram obsoletos para a frota desta organização foram guardados numa das prateleiras superiores, pois um dia, mais tarde, podem vir a ser utilizados.

No interior do armazém, em segundo lugar procedeu-se a modificações no que concerne às prateleiras de arrumação, pois existiam locais onde as prateleiras estavam incompletas e outras foram construídas com uma inclinação considerada a mais ergonómica possível à sua utilização.

As prateleiras que estavam incompletas foram acabadas de construir, prolongando a largura das prateleiras ao seu lado, dando origem a mais 2.20 metros quadrados de arrumação, aproveitando para colocar peças de reserva que, anteriormente, estariam misturadas com outros materiais, o que por vezes tornava difícil encontrá-las.

Nas prateleiras com inclinação, os materiais lá armazenados tinham de ser colocados lado a lado, pois se fossem empilhados, as que ficavam por cima escorregavam e caíam no chão; outro problema que existia, devido à inclinação das prateleiras, era a visibilidade insuficiente para o interior das mesmas, assim como a iluminação que se tornava reduzida, visto que as prateleiras superiores provocavam sombra para mais de metade das prateleiras inferiores e, por último, dificultava o acesso a alguns materiais. Para as tornar mais funcionais, estas três prateleiras foram colocadas na horizontal, fazendo um ângulo de 90° com as paredes do armazém, o que permitiu que fosse possível empilhar na mesma prateleira artigos iguais e melhorou o seu acesso e a visibilidade para o seu interior, como se verifica na figura 21.



Antes

Depois

Figura 21 - Diferença entre as prateleiras com e sem inclinação

Um dos problemas detetados na primeira análise feita ao dia-a-dia dos colaboradores no armazém de peças-de-reserva, foi que, por vezes, tinham de percorrer as prateleiras todas para que fosse possível encontrar o que desejavam, para que a busca pela peça procurada não fosse tão árdua; foi implementado um sistema idêntico ao utilizado pelos centros comerciais, a indicar o que cada corredor tem nas prateleiras; assim, de prateleira a prateleira foram criadas indicações sobre o que continha cada prateleira, para que a seleção da peça ou ferramenta necessária fosse mais rápida.

De acordo com o senso de ordenação, alterou-se a disposição de certos equipamentos e da banca de trabalho no interior do armazém, adicionando uma prateleira na banca, para colocar aparafusadoras, berbequins e rebarbadoras, de uma forma ordenada, como demonstra a figura 22 aproveitando o espaço da parede por cima da banca de trabalho, para colocar suportes para mascarar, óculos de proteção e alguns consumíveis. Foi também adquirido um expositor de lâmpadas, que permitiu ordená-las e identifica-las corretamente, para que fosse possível rapidamente selecionar a lâmpada pretendida e testá-la, figura 23.

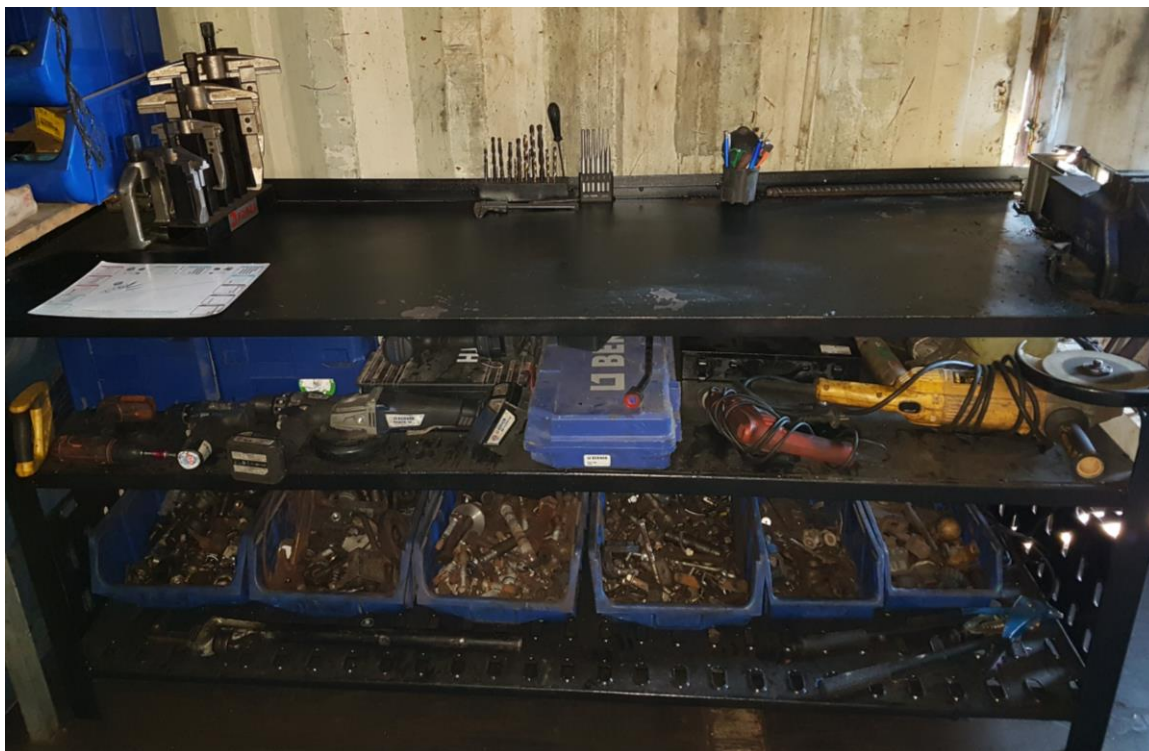


Figura 22 - Banca de trabalho depois de modificações



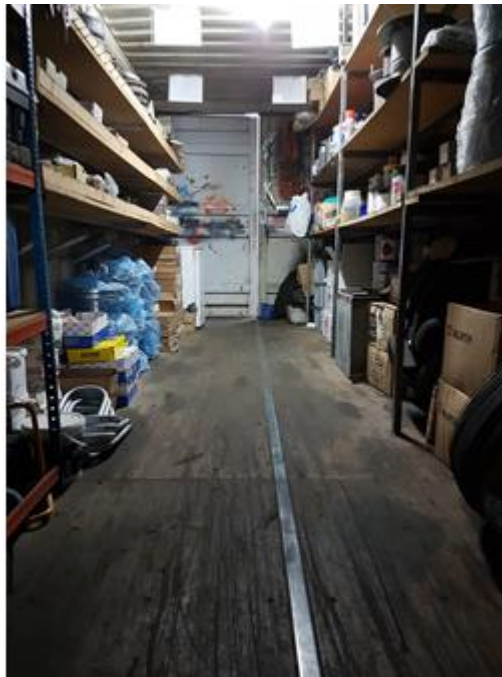
Figura 23 - Expositor de lâmpadas

Conforme se pode verificar na figura 24, o corredor que existia no início do projeto estava completamente cheio de obstáculos (peças de reserva que não estavam devidamente acondicionadas) em todo o seu comprimento, sendo que, no pequeno espaço de passagem que sobrava, ainda existiam tubos hidráulicos e extensões elétricas espalhados pelo corredor.

Com a implementação dos 5S conseguiu-se alargar o corredor, retirando todas as peças do mesmo e colocando em prateleiras, de uma forma organizada, aumentando a via de passagem de cerca de 50 cm para um corredor com uma dimensão determinada, por lei, para a indústria, de 1,20 m em todo o comprimento do armazém, como se verifica na figura 24.



Antes



Depois

Figura 24 - Antes e depois do corredor do armazém

Este armazém tem uma entrada/saída em cada uma das pontas, sendo que as ferramentas foram colocadas todas na entrada principal e as peças na entrada secundária.

Quanto à utilização de máquinas de localização fixa, foi criado um perímetro de 0.60m em torno da máquina; no entanto, devido à ausência de espaço suficiente e visto que todas as máquinas têm a possibilidade de serem movidas para efetuar alguma manutenção, que seja necessária, um dos lados está encostado a uma parede, sendo que as únicas máquinas que existem na oficina nestas condições são uma máquina de montar/desmontar pneus de pesados, uma prensa hidráulica e uma esmeriladora, como demonstrado na figura 25.



Figura 25 - Esmeriladora lado esquerdo; Prensa hidráulica lado direito

No armazém da empresa em questão, a iluminação no seu interior é feita, principalmente, através da iluminação natural, de maneira a que seja possível reduzir os gastos com eletricidade. No entanto, como nem sempre a iluminação natural é suficiente para que existam as condições de trabalho adequadas, foi essencial introduzir um novo tipo de iluminação artificial, pois o armazém encontrava-se equipado com lâmpadas fluorescentes tubulares, o que não permitia um nível de iluminação aconselhável; assim, procedeu-se à substituição por lâmpadas de LED tubulares que proporcionou uma melhor iluminação complementar à iluminação natural, acrescentando focos de luz móveis quando necessários em zonas de trabalho onde é necessário uma iluminação local intensa, como é o caso do local da esmeriladora, da bancada de trabalho e do torno de aperto.

Quanto à segurança dos colaboradores, também foram implementadas medidas para combater a reduzida segurança e higiene do local de trabalho. Desta forma, foram tomadas as seguintes medidas:

- utilização de auscultadores e/ou tampões nos ouvidos para o risco de uma lesão auditiva devido ao ruído;
- utilização de máscaras de respiração em situações de poeiras, névoas ou libertação de qualquer tipo de gás;
- viseiras ou óculos de proteção para o uso de qualquer equipamento de corte e abrasivo, ou que emita poeiras, limalhas entre outras partículas que possam afetar a visão do trabalhador;

- luvas adequadas a cada tipo de utilização, luvas de soldadura, para soldar, luvas tipo chefe para trabalhos que sejam suscetíveis a trilhadas ou cortes e luvas de nitrilo para manuseamento de peças com óleos ou qualquer tipo de massas;
- capacete para trabalhos em que o trabalhador trabalhe num nível inferior ao que seja necessário manusear e que possa ocorrer a queda de algum tipo de ferramenta ou peça;
- botas de biqueira de aço com rasto antiderrapante, para proteger os pés de algo que possa cair para o chão e atinja os pés e de eventuais derrames de óleos ou algum líquido escorregadio que possibilite a queda de um trabalhador para que tal não aconteça;
- fornecimento de vestuário indicado para o tipo de trabalho a decorrer, quer sejam fatos de macaco para a mecânica em geral ou fatos de oleado para lavagem de viaturas e botas de borracha impermeáveis, para que os trabalhadores andem sempre secos e limpos.

5.5. Análise da Implementação da Abordagem *Lean*

A abordagem *Lean*, como já foi referido ao longo deste projeto, baseia-se na melhoria contínua de todos os processos inerentes ao negócio, e como tal através desta metodologia foi possível: aumentar a produtividade dos colaboradores, diminuindo o tempo despendido em deslocações, e na procura de ferramentas e peças de reserva; aumentar a qualidade do serviço prestado e das instalações; reduzir os acidentes de trabalho, devido à falta de uma disciplina de segurança no trabalho e de EPI indicados; melhoria das condições do posto de trabalho, que se traduziu numa maior satisfação das pessoas que neles trabalhavam; melhoria da autodisciplina por parte dos trabalhadores em deixar o seu posto de trabalho limpo e arrumado, para que no dia seguinte estivesse tudo em condições de voltar ao trabalho; redução de custos, devido à redução de desperdícios que inicialmente existiam.

5.6. *Layout* Final

Após todas as alterações referidas ao longo deste projeto, o *layout* da zona de armazenagem e a sua envolvente está demonstrado na figura 26, foi realizado de forma a minimizar a distância total percorrida pelos recursos humanos que nele trabalham (ou tempo associado a essa distância), tendo-se em conta os seguintes fatores:

- Fluxo: sequência lógica das operações, de modo a reduzir a distância percorrida em cada deslocação, pela aproximação de áreas com maior interação;

- Acessibilidade: fácil acesso aos artigos armazenados, incluindo a fácil identificação da localização dos mesmos;
- Espaço: mais espaço alocado à armazenagem e processamento de *stocks*, mínimo espaço alocado a funções de apoio, como áreas de trabalho;
- Débito: natureza e velocidade de consumo dos produtos.

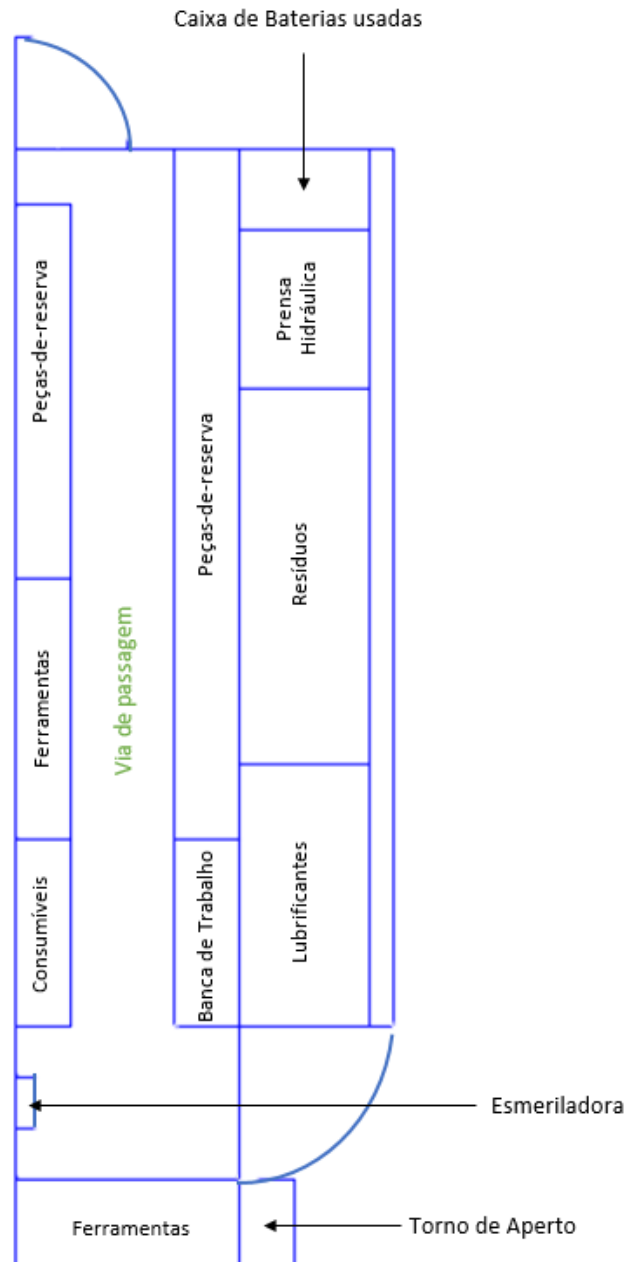


Figura 26 - *Layout* final da zona de armazenagem e envolvente

5.6. Levantamento de Peças de Reserva

Por fim, foi efetuado um levantamento de todas as peças de reserva existentes no armazém, de forma a criar uma listagem fidedigna com todos os produtos, que são consumidos pela oficina na manutenção da frota, no sistema de informação utilizado pela empresa, pois apenas existia uma pequena listagem dos produtos em Excel, onde era possível identificar qual o fornecedor principal desse produto; essa lista é apresentada no anexo 1.

Para melhorar a listagem de todos os produtos foi introduzida nessa lista todos os produtos que se encontravam no armazém e foi realizada uma pesquisa para perceber quais eram os preços praticados pelos fornecedores principais das peças de reserva, como se demonstra no anexo 2 e, posteriormente, foi feita uma busca de possíveis fornecedores alternativos, para as peças de reserva mais críticas e as que tinham uma taxa de rotação maior, como é o caso dos consumíveis. Essa informação foi toda adicionada ao programa de gestão da empresa Logidados, para que a empresa tivesse toda essa informação integrada, para que, caso seja necessário, quando outro colaborador fizer uma nota de encomenda, saber a quem deve encomendar e as que condições a que tem direito, assim como o prazo de entrega do fornecedor.

6. Conclusões

Neste capítulo são apresentadas as dificuldades sentidas durante a realização do estágio, bem como a transferência de conhecimento efetuada e as propostas para desenvolvimentos futuros. Para a realização deste estágio/projeto foi necessária uma grande entrega, deixando muitas atividades e eventos para trás para poder ser finalizado com o melhor aproveitamento possível.

Verificou-se, também, que para um projeto com esta dimensão, uma ideia dogmática não é sustentável, pelo fato desta necessitar de estar, constantemente, a ser alterada e, consequentemente, melhorada. É de salientar, ainda, que não era o objetivo do projeto/estágio a criação de um novo modelo de gestão, mas sim a implementação de métodos existentes, numa forma aplicada ao negócio em questão, que fosse ao encontro do que se pretendia, pelo que o estudo desses mesmos métodos já existentes foi fundamental para a concretização deste projeto.

Também foi possível perceber que a filosofia *Lean* permitiu a escolha de melhores soluções para os problemas que existiam no departamento de manutenção, tendo sempre como foco principal o problema e não as possíveis soluções.

Através das melhorias conseguidas com a ajuda da ferramenta *Lean*, suportada nos 5S, ficou demonstrada a sua fácil aplicação, com resultados positivos na diminuição de desperdícios, no aumento da motivação por parte dos colaboradores e do seu sentido de orientação e controlo, o que levou a uma melhor gestão de todos os equipamentos e peças de reserva que se encontravam no armazém.

Num trabalho exigente e, ao mesmo tempo gratificante, desenvolveram-se diversas capacidades, tais como, a capacidade de comunicação, a análise crítica, a distinção de prioridades, o inventário e pesquisa de fornecedores, entre outras competências.

Ao longo das análises realizadas, pôde-se constatar que a empresa Transportes Cascão e Manuela, Lda. possui um grande caminho a realizar para atingir a gestão de topo. Todavia, deve ser implementada uma medida de cada vez, de forma a medir e a compreender quais as reais melhorias antes de iniciar o próximo passo do Ciclo de *Deming*.

7. Proposta de Trabalhos Futuros

Neste capítulo são realizadas propostas que, ou por não se inserir no projeto ou por não terem sido realizadas, são medidas que podem ter um forte impacto no aumento de nível de qualidade do funcionamento do departamento de manutenção.

7.1. Análise de Fornecedores

Ao analisar o funcionamento do armazém de peças de reserva, verificou-se que, para alguns produtos, a entrega era realizada por mais do que um fornecedor, pois quando os níveis de *stock* passavam a quantidades mínimas, era encomendado ao primeiro fornecedor que visitasse as instalações da empresa, sem ter em consideração os preços e as condições, existindo uma estratégia de centralização nas compras.

Para que tal não aconteça, foi modificada a estratégia de compras, provocando uma descentralização, passando, desta forma, a responsabilidade pelas compras do departamento de manutenção para o chefe desse departamento, visto que este possui um melhor conhecimento das necessidades da sua unidade. Esta medida permitiu que os procedimentos de compra fossem menos burocráticos, mas também uma melhor gestão de todas as encomendas.

No momento de escolher um fornecedor há que ter em consideração uma variedade de fatores tais como: o preço; o prazo de entrega; a entrega na morada da empresa; a qualidade dos materiais; a conformidade dos materiais enviados; as condições de pagamento; entre outros.

Portanto, é necessário comparar preços e os prazos de entrega de cada um, para que seja possível eleger aquele que oferece a melhor relação qualidade-preço. No entanto, não importa apenas analisar o fator preço e prazo de entrega, importa também analisar a qualidade do serviço que cada um oferece, sendo exemplo disso, a assiduidade das entregas por parte do fornecedor, assim como a conformidade dos produtos fornecidos.

Esta proposta envolve um estudo dos atuais fornecedores, a pesquisa de fornecedores alternativos, com a finalidade de ganhar poder de negociação, reduzindo os custos de *stock* e os prazos de entrega, o que se traduzirá numa redução do valor de *stock*.

Numa primeira fase, para efetuar a seleção dos fornecedores, é proposta a criação de uma base de dados, onde se possam introduzir todas estas variáveis de uma forma quantificada, indicando a importância de cada variável, para que se possa assim registar o desempenho de cada fornecedor para determinado artigo e, posteriormente, criar um algoritmo, a fim de concluir qual deve ser selecionado.

Numa fase posterior, será importante avaliar continuamente a qualidade do serviço que cada fornecedor proporciona, para que, caso exista uma variação no seu comportamento, esta seja rapidamente identificada e permita responder de uma forma célebre e bem fundamentada.

7.2. Codificação das Peças de Reserva

Nesta seção são feitas algumas sugestões para a codificação das peças de reserva. A existência de uma nova estratégia de descentralização de compras na empresa exige a implementação de novos processos no armazém; para tal, existe a necessidade de codificar todas as peças de reserva existentes no armazém, de maneira a que todos os colaboradores possam identificar de uma forma rápida e correta as peças que procuram.

Depois do estudo dos diferentes tipos de codificação que o mercado oferece, chegou-se à conclusão de que a opção mais correta a tomar no futuro será a aquisição de equipamentos capazes de efetuar a codificação por código de barras, sendo necessária a aquisição de uma impressora de códigos de barras e de um leitor ótico, ficando todo o investimento associado a esta nova implementação no valor de 300€. Investimento este que, após uma análise cuidada se verificou ser viável para a empresa em questão, permitindo também uma melhoria na gestão das peças de reserva.

Foi selecionada a escolha da codificação por código de barras, pois, em comparação com os outros tipos de codificação, esta foi aquela que se demonstrou mais adequada ao tipo de serviço que se pretende oferecer, devido às seguintes vantagens:

- Agilidade - o código de barras possibilita o acesso à informação do artigo de forma simples e rápida, permitindo ao mesmo tempo efetuar o controlo de *stock*;
- Exatidão - cada código de barras funciona como se fosse uma impressão digital, diminuindo a ocorrência de materiais incorretos, devido à falta de informação;
- Facilidade de utilização - não é necessário dar uma formação detalhada e maçadora sobre o código de barras na empresa, porque a utilização deste tipo de codificação é bastante intuitiva e simples;
- Segurança - através da utilização deste sistema de codificação, os processos passam a ser automatizados, bastando o operador passar o código de barras pelo leitor e dar baixa do mesmo no sistema de gestão;
- Padronização - o produto fica com um *layout* fixo e que obedece a um modelo pré-formatado;
- Eficiência - com a utilização deste recurso é possível saber exatamente quantos produtos estão em *stock* e verificar quantos já foram consumidos, por exemplo;
- Redução de custos - eliminação de processos redundantes, considerando que os dados são atualizados automaticamente e sem a necessidade de intervenção manual;

- Investimento baixo - em comparação com outros sistemas de codificação, o código de barras apresenta um investimento inicial muito baixo, para as vantagens que oferece para a empresa.

Dentro deste tipo de codificação foi escolhida a opção EAN-13, por ser aquela que, segundo as normas da GS1 Portugal, é a mais indicada para o tipo de aplicação desejada. Posto isto, na figura 27 está representada a etiqueta que será aplicada dentro do armazém das peças de reserva.

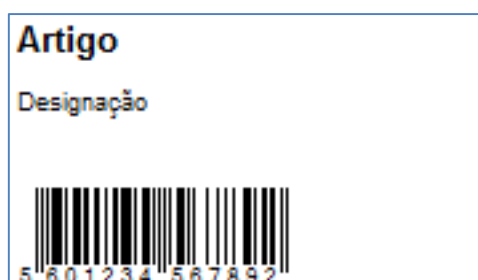


Figura 27 - Exemplo de etiqueta definida para armazém de peças de reserva

7.2. Gestão de Stocks

Após realizada uma análise à gestão de peças de reserva, verificou-se que esta era quase nula, devido ao facto da inexistência de uma base de dados dos artigos que eram consumidos na oficina e da falta de indicadores para controlar as peças de reserva, para que se pudesse medir o nível de eficiência dessa gestão.

Outra lacuna identificada foi o registo das ruturas de *stock* o que impossibilita uma correta previsão da procura, assim como o histórico de consumos que pelo seu estudo, conclui-se que por vezes não eram introduzidos nele os consumos realizados dentro da oficina, o que torna este histórico pouco confiável.

Consequentemente é indispensável a introdução de uma gestão de *stocks*, a fim de reduzir os custos associados a estes, implementando metodologias de aprovisionamento e de modelos de previsão de consumos, para que não ocorram ruturas de stock e exista um controlo de todas as peças de reserva.

Visto que não existe uma política de gestão de *stocks* implementada, recomenda-se, que numa primeira fase se comece por um modelo determinístico assumindo que as condições estão de encontro com os pressupostos apresentados no enquadramento teórico do método de Wilson, também conhecido como modelo da quantidade económica de encomenda.

Posteriormente, quando a empresa sentir que tem toda a informação relativamente à gestão de *stocks* devidamente detalhada e completa, deve passar para um modelo de aprovisionamento de revisão contínua, pois segundo (Vaz, 2015) um estudo realizado em 2008 por Lau, Xie e

Zhau apontam para a redução de custos associados à gestão de *stocks* quando se opta pelo método de aprovisionamento de revisão contínua.

Na execução de um plano de gestão de peças de reserva não se pode deixar de fora os indicadores, pois são eles que vão permitir avaliar a eficiência do modelo de aprovisionamento realizado. Deve-se então recorrer aos seguintes indicadores: taxa de rotação; taxa de cobertura; taxa de rutura; e nível de serviço.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, D. S., Silva, D. J., & Souza, A. D. (2015). Análise da gestão de estoque de uma micro empresa de autopeças de Campo Mourão-PR: uso da classificação ABC dos materiais. (F. N. Milênio, Ed.) 8, pp. 21-38. doi:10.28950/1981-223x_revistafocoadm/2015.v8i1.140
- Alves, C. J. (2014). *A importância da classificação de artigos para a eficiência da comunicação na cadeia de abastecimento em ambientes internacionais*. Instituto Politécnico de Setúbal, Escola Superior de Ciências Empresariais. Setúbal: Instituto Politécnico de Setúbal. Obtido em 20 de Agosto de 2018, de <https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/6523/1/Trabalho%20de%20Projeto%20bV1.7.pdf>
- Aranha, O. (17 de Junho de 2015). *Queria o Sr. Perito*. Obtido em 28 de Agosto de 2018, de Queria o Sr. Perito: <https://qperito.wordpress.com/2015/06/17/queira-o-sr-perito-comentar-como-o-rfid-tem-evoluído-e-ajudado-o-setor-juridico/>
- Araújo, P. (19 de Abril de 2012). *Portal Gestão*. Obtido em 19 de Abril de 2018, de Portal Gestão: <https://www.portal-gestao.com/artigos/6755-vida-lean-aplique-o-melhor-modelo-de-gestão-à-sua-vida.html>
- Assis, R., & Figueira, M. (1991). *Microstock - Apoio à Decisão em Gestão Económica de Stocks* (1ª ed.). Lisboa, Lisboa, Portugal: IAPMEI - Instituto de Apoio às Pequenas e Médias Empresas e ao Investimento. Obtido em 03 de Maio de 2018
- Brady Worldwide, Inc. (2018). *Brady*. Obtido em 19 de Abril de 2018, de Brady Worldwide, Inc.: https://d37iyw84027v1q.cloudfront.net/Common/Create_Visual_Workplace_5S-Plus_Guide.pdf
- Carvalho, J. C., Guedes, A. P., Arantes, A. J., Martins, A. L., Póvoa, A. P., Luís, C. A., . . . Ramos, T. (2017). *Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento* (2ª ed.). (M. Robalo, Ed.) Lisboa, Portugal: Sílabo. Obtido em 16 de Maio de 2018
- Citeve. (Maio de 2012). Obtido em 19 de Abril de 2018, de file:///C:/Users/Pedro%20Casc%C3%A3o/Downloads/2012-8-7-14-50-35-42__Lean%20Thinking.pdf
- Costa, V. L. (2012). *Otimização dos Stocks na Maxmat*. Faculdade de Economia da Universidade do Porto. Porto: Universidade do Porto. Obtido em 10 de Junho de 2018, de <https://www.fep.up.pt/docentes/fontes/FCTEGE2008/Publicacoes/D9.pdf>
- Cunha, A. C. (2016). *Organização e racionalização da gestão*. Universidade do Minho Escola de Engenharia, Engenharia e Gestão Industrial. Minho: Universidade do Minho Escola de Engenharia. Obtido em 28 de Abril de 2018, de http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/41837/1/Dissertacao_Andreia%20Cristina%20Ribeiro%20da%20Cunha_MIEG_2016.pdf

- Ferreira, C. S. (2012). *A mensuração de Inventários*. Instituto Superior de Contabilidade e Administração de Aveiro, Contabilidade. Aveiro: Universidade de Aveiro. Obtido em 28 de Abril de 2018, de <https://core.ac.uk/download/pdf/15570844.pdf>
- GOMES, G. M. (2016). *A metodologia LEAN THINKING aplicada à gestão de stocks no*. Instituto Superior de Gestão de Lisboa. Lisboa: Instituto Superior de Gestão de Lisboa. Obtido em 17 de 04 de 2018, de <https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/18045/1/Tese%20-%20GualterGomes.pdf>
- Gonçalves, J. F. (2006). *Gestão de Aprovisionamentos* (2ª ed.). Porto, Porto, Portugal: Publindústria, Edições Técnicas. Obtido em 10 de Maio de 2018
- GS1 Portugal. (s.d.). *GS1 Portugal*. Obtido em 28 de Agosto de 2018, de GS1 Portugal: <http://www.gs1pt.org/faq-page/>
- Kaizen Institute. (s.d.). *Kaizen Institute*. Obtido em 19 de Abril de 2018, de <https://pt.kaizen.com/quem-somos/significado-de-kaizen.html>
- Moreira, F. (29 de Abril de 2010). *Lean Thinking - Os sete desperdícios vs. análise de valor de processos*. Obtido em 10 de Abril de 2018, de Portal Gestão: <https://www.portal-gestao.com/artigos/5995-lean-thinking-os-sete-desperdicios-vs-analise-de-valor-de-processos.html>
- No Seqret. (2018). *No Seqret*. Obtido em 28 de Agosto de 2018, de <https://www.noseqret.pt/tudo-sobre-qr-codes/>
- Pereira, G. M. (2016). *Proposta de gestão de stocks de peças de reserva para uma central termoelétrica da EDP*. Universidade Nova de Lisboa - Faculdade de ciências e tecnologia, Engenharia e Gestão Industrial. Lisboa: Faculdade de Ciências e Tecnologia. Obtido em 28 de Abril de 2018, de https://run.unl.pt/bitstream/10362/19712/1/Pereira_2016.pdf
- Pinto, J. P. (21 de Maio de 2010). *Gestão de Materiais e de Stocks*. Obtido em 18 de Maio de 2018, de SlideShare: https://pt.slideshare.net/Comunidade_Lean_Thinking/gesto-de-materiais-e-de-stocks
- Rodrigues, B. M. (2010). *Análise e Simulação de Técnicas de Análise de Stocks - O Mercado de Retalho Como Caso de Estudo*. Faculdade de Ciências e Tecnologia de Lisboa, Departamento de Engenharia Electrotécnica. Lisboa: Universidade de Lisboa. Obtido em 10 de Junho de 2018, de https://run.unl.pt/bitstream/10362/5010/1/Rodrigues_2010.pdf
- Rodrigues, B. M. (2010). *Análise e Simulação de Técnicas de Análise de Stocks - O Mercado de Retalho Como Caso de Estudo*. Univerddidade Nova de Lisboa - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Departamento de Engenharia Electrotécnica. Lisboa: Univerddidade Nova de Lisboa. Obtido em 16 de Agosto de 2018, de https://run.unl.pt/bitstream/10362/5010/1/Rodrigues_2010.pdf

-
- Rovisco, j. M. (2017). *Lean Manufacturing - Análise funcional de implementação da metodologia lean numa indústria alimentar*. Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, Gestão Industrial. Coimbra: Instituto Politécnico de Coimbra.
- Serrão, C. A. (2015). *Codificação, Bill of Materials e Monitorização da Produção na Indústria da Automação – Estágio na Zeugma*. Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, Departamento de Engenharia Eletrotécnica. Coimbra: Instituto Superior de Engenharia de Coimbra. Obtido em 10 de Agosto de 2018, de <https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/11726/1/Claudia-Serrao.pdf>
- Silveira, G. (21 de Junho de 2017). *RFID Brasil*. Obtido em 9 de Agosto de 2018, de RFID Brasil : <https://rfidbrasil.com/blog/4-formas-de-codificacao-de-mercadorias/>
- Vaz, M. d. (2015). *Implementação de melhorias num armazém de peças de reserva na indústria de mobiliário*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Departamento de Engenharia Mecânica. Porto: Universidade do Porto. Obtido em 10 de Setembro de 2018, de https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:-gmfBIerMEoJ:https://sigarra.up.pt/icbas/pt/pub_geral.show_file%3Fpi_gdoc_id%3D380530+&cd=1&hl=pt-PT&ct=clnk&gl=pt

Anexos

Anexo 1

Peça	Fornecedor 1
Adblue 1000 L	Lubrifuel
Amortecedor	Lohr
Amortecedor direção	Auto Reparadora Carlos Rosa
Amortecedores	Coperol
Bomba hidráulica	Tubomáquinas
Cabo de baterias [metro]	Gonçalo Quinteiro
Caixa 20u. remendos r7	Blinker
Calha articulada	IGUS
Chave inglesa 105"	Berner
Chave inglesa 15"	Casa dos parafusos
Comando de estrutura de luzes e endireitar	Lohr
Comandos de estrutura "k"	Lohr
Conector de 17 pinos fêmea	Lohr
Conector de 17 pinos macho	Lohr
Conector de 4 polos de distribuidor de óleo	Lohr
Diafragma de maxibrake 16 alto	Coperol
Diafragma de maxibrake 24 alto	Coperol
Disco de travão	Suspartes
Elevador de porta de condutor	Propesados
Engate rápido de ar 8mm	Forch
Escada alumínio simples 3 metros	Gonçalo Quinteiro
Fole de suspensão direção	Auto Reparadora Carlos Rosa
Guias macacos de pilares traseiros de reboque	Campsteel
Jogos de pastilhas	Propesados
Jogos de Pastilhas	Visoparts
Marreta 1,5 kg cabo nylon	Equifermaq
Marreta 2 kg cabo madeira	Equifermaq

Massa cobre 1kg	Würth
Massa consistente	Würth
Massa de cobre 1000 gr	Würth
Motor de fuso	Tubomáquinas
Óculos de proteção	Würth
Pneumático suspensão reboque 3 eixos	Ecoparts
Pneumático suspensão reboque 2 eixos	Ecoparts
Rolo tacógrafos	Würth
Sinobloco e trás da mola dianteira	Propesados
Sinobloco (estruturas 3 eixos)	Propesados
Sinobloco da frente da mola dianteira	Propesados
Tambor 200 L óleo rimula 10W30	Luboil
Válvula (módulo de reboque)	Coperol
Válvula balança	Propesados
Válvula de bloqueio	Propesados

Anexo 2

Peça	Fornecedor 1	Preço
Abraçadeira metálica 12-22	Wurth	0,61 €
Abraçadeira metálica de aba larga 92-97	Berner	2,38 €
Abraçadeiras plásticas	Imporseal	0,06 €
Abraçadeiras plásticas	Imporseal	0,07 €
Absorvente de óleo	Berner	47,22 €
Adblue 1000 L	Lubrífuel	270,00 €
Almotolia 500cc	Leroy Merlin	2,59 €
Amortecedor	Lohr	80,46 €
Amortecedor cabine	Auto Reparadora Carlos Rosa	112,81 €
Amortecedor direção	Auto Reparadora Carlos Rosa	118,90 €
Amortecedores	Coperol	70,00 €
Anel de vedação de bomba de água	Auto Reparadora Carlos Rosa	5,49 €
Anilha abs eixo direcional	Auto Reparadora Carlos Rosa	3,88 €
Anilhas de controlo e aperto de rodas	Forch	0,31 €
Avisador abs (direção)	Propesados	8,50 €
Bateria 215	Volpeças	180,00 €
Bicones 10 mm	Forch	0,42 €
Boia de Adblue	Auto Reparadora Carlos Rosa	264,67 €
Bomba de água	Auto Reparadora Carlos Rosa	205,45 €
Bomba hidráulica	Tubomáquinas	460,00 €
Cabo de baterias [metro]	Gonçalo Quinteiro	5,20 €
Caixa 20u. remendos r7	Blinker	30,46 €
Caixa com divisórias	Leroy Merlin	3,89 €
Calha articulada	IGUS	38,90 €/metro
Canto lado direito da cabine	Ecoparts	140,00 €
Capas de terminais	Forch	0,10 €
Chapas veículo longo (par)	Coperol	16,00 €
Chave inglesa 105"	Berner	101,33 €

Chave inglesa 15"	Casa dos parafusos	35,00 €
Cola de roscas	Forch	19,31 €
Comando de estrutura de luzes e endireitar	Lohr	158,45 €
Comandos de estrutura "k"	Lohr	359,35 €
Conector de 17 pinos fêmea	Lohr	9,85 €
Conector de 17 pinos macho	Lohr	15,46 €
Conector de 4 polos de distribuidor de óleo	Lohr	3,80 €
Correia de alternador	Propesados	19,64 €
Cubo de rodado de puxo	Suspartes	127,00 €
Desmonta válvulas	Blinker	7,52 €
Desmultiplicador de força 5800Nm	Forch	56,00 €
Detergente multi lavagem	Wurth	34,00 €
Diafragma de maxibrake 16 alto	Coperol	5,62 €
Diafragma de maxibrake 24 alto	Coperol	5,82 €
Disco de corte red line inox d.125,1 mm	Wurth	0,90 €
Disco de travão	Suspartes	66,00 €
Elevador de porta de condutor	Propesados	131,71 €
Engate rápido de ar 8mm	Forch	2,37 €
Escada alumínio simples 3 metros	Gonçalo Quinteiro	28,46 €
Escovas de para-brisas	Wurth	3,03 €
Farolim de canto esquerdo / direito	PROPESADOS	13,895
Farolim laranja	Propesados	6,90 €
Filtro de Adblue	Auto Reparadora Carlos Rosa	56,75 €
Filtro de desumidificador	Eurofiltros	29,79 €
Filtro de óleo bypass	Eurofiltros	8,10 €
Filtro óleo	Eurofiltros	8,36 €
Fole de suspensão direção	Auto Reparadora Carlos Rosa	316,26 €
Fole estabilizador de engate	Lohr	70,70 €
Frenador de média resistência	Wurth	26,19 €
Fresa bola pedra polido 38mm	Blinker	25,88 €
Funil plástico	Equifermaq	5,28 €
Fusíveis mini 10 A	Forch	0,10 €
Fusíveis mini 15 A	Forch	0,10 €

Ganchos de réguas	Campsteel	12,50 €
Graxa branca	Forch	13,14 €
Guias macacos de pilares traseiros de reboque	Campsteel	10,00 €
Injetor Adblue	Auto Reparadora Carlos Rosa	710,59 €
Jante 2,5 x 7,5	Lohr	209,90 €
Jantes reboque 3 eixos	LOHR	209,90 €
Jogo de alicates bateria	Gonçalo Quinteiro	4,06 €
Jogo de fechaduras de portas	Auto Reparadora Carlos Rosa	70,14 €
Jogo pino mestre	Auto Reparadora Carlos Rosa	194,74 €
Jogos de pastilhas	Propesados	87,49 €
Jogos de Pastilhas	Visoparts	52,00 €
Kit de reparação para bomba de plataforma	Tubomáquinas	39,32 €
Kit embraiagem	Auto Reparadora Carlos Rosa	1183,53
Kit rep. do caliper	Coperol	56,00 €
Lâmpada 24V 21W	Berner	0,35 €
Lâmpada 24V 5W sem casquilho	Berner	0,31 €
Lâmpada c/casquilho 24V/21W laranja	Berner	1,51 €
Lâmpada C5W 24V 5W (pilotos)	Wurth	0,39 €
Lâmpada H7	Berner	2,75 €
Lâmpada stop e polos 24V	Blinker	0,46 €
Lâmpadas h3 24V/70W	Berner	4,43 €
Lanterna de led	Forch	45,00 €
Ligador rápido de ar em T 6mm	Wurth	3,72 €
Ligador rápido macho/macho 10 mm	Wurth	7,70 €
Ligador rápido macho/macho 12 mm	Wurth	9,03 €
Ligador rápido macho/macho 6mm	Wurth	5,04 €
Ligador rápido macho/macho 8mm	Wurth	5,32 €
Ligador rápido t plástico 6 mm	Wurth	3,72 €
Luvas de latex 50 uni.	Forch	8,46 €
Luvas Latex grossas 50 uni.	Wurth	16,12 €
Manga Termo retrátil 9mm /3mm	Forch	12,00 €
Mangueira de ar 11 mm	Wurth	116,93 €

Manómetro de pressão	Forch	10,97 €
Marreta 1,5 kg cabo nylon	Equifermag	8,86 €
Marreta 2 kg cabo madeira	Equifermag	14,55 €
Massa cobre 1kg	Wurth	47,60 €
Massa consistente	Wurth	4,21 €
Massa de cobre 1000 gr	Wurth	47,60 €
Maxibrake de reboque 3 eixos	CIVIPARTS	160,00 €
Módulo de Adblue	Auto Reparadora Carlos Rosa	1.374,30 €
Motor de fuso	Tubomáquinas	200,00 €
Óculos de proteção	Wurth	17,00 €
Parafuso auto roscante	Blinker	-
Farolim limitador de reboque	PROPESADOS	2,74€
Pincel para massa montagem PNE	Blinker	25,10 €
Pneu 275 / 70 R22,5	Euromaster Lourenço e letra	472,27 €
Pneu rechapado 315/70 r 22,5 (rodado de puxo)	Euromaster Lourenço e letra	305,608
Pneumático suspensão reboque 3 eixos	Ecoparts	85,00 €
Pneumático suspensão reboque 2 eixos	Ecoparts	67,50 €
Pó de Calibrar	BLINKER	9,71 €/KG
Pó para calibragem de pneus 10	Blinker	91,30 €
Poli de rodado 2 eixos	Propesados	118,08 €
Proteção de rolamentos de fusos	Lohr	4,90 €
Proteção de terminais de encaixe	Wurth	0,20 €
Racord ar comp. 3/8	Wurth	3,43 €
Rebites aba larga	Blinker	0,07 €
Retentor da cambota	Auto Reparadora Carlos Rosa	51,12 €
Rolamento de polia A/C	ABS Central de Rolamentos	12,80 €
Rolamento de alternador 1	ABS Central de Rolamentos	12,00 €
Rolamento de alternador 2	ABS Central de Rolamentos	20,00 €
Roleta guia de macacos de pilares traseiros do reboque	Campsteel	2,50 €
Rolo para remendos 38x5mm	Blinker	20,83 €
Rolo tacógrafos	Wurth	4,05 €
Sensor NOX	Auto Reparadora Carlos Rosa	412,07 €

Shampoo auto universal	Würth	3,04 €
Silicone de juntas	Würth	11,83 €
Silicone MS instant (cola)	Würth	7,29 €
Sinobloco e trás da mola dianteira	Propesados	34,65 €
Sinobloco (estruturas 3 eixos)	Propesados	18,76 €
Sinobloco da frente da mola dianteira	Propesados	18,28 €
Spray de fugas	Würth	6,50 €
Spray limpeza de travões	Würth	2,95 €
Spray zinco claro	Würth	5,90 €
Tambor 200 L óleo rimula 10W30	Luboil	558,97 €
Tampão plástico válvulas	Blinker	0,05 €
Terminais de calha articulada	IGUS	4,47 €
Terminais de encaixe	Forch	0,07 €
Terminais n/isolados	Würth	0,20 €
Terminais n/isolados	Würth	0,14 €
Tubo termo retráctil 9,5 mm	Würth	2,64 €
Válvula (módulo de reboque)	Coperol	430,29 €
Válvula balança	Propesados	57,09 €
Válvula de bloqueio	Propesados	166,25 €
Ventilador	Auto Reparadora Carlos Rosa	453,26 €
Vidro de farolim de cantos DIR.	Propesados	6,82
Vidro de farolim de cantos ESQ.	PROPESADOS	6,82
Vidro piloto vermelho e branco	PROPESADOS	1,10€